

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application: 2002年11月27日

出願番号

Application Number: 特願2002-344564

[ST.10/C]:

[JP2002-344564]

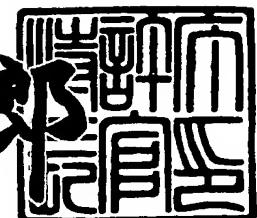
出願人

Applicant(s): トヨタ自動車株式会社

2003年5月9日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一



出証番号 出証特2003-3033578

【書類名】 特許願
【整理番号】 PA02-101
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 F02D 41/14
F02D 45/00

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
【氏名】 小林 大介

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
【氏名】 小嶋 和法

【特許出願人】

【識別番号】 000003207
【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088971

【弁理士】

【氏名又は名称】 大庭 咲夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100115185

【弁理士】

【氏名又は名称】 加藤 慎治

【選任した代理人】

【識別番号】 100115233

【弁理士】

【氏名又は名称】 樋口 俊一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の燃料噴射量制御方法、及び燃料噴射量制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】

今回の吸気行程での吸気弁閉弁時における内燃機関の運転状態量を同吸気弁閉弁時より前の時点で予測し、

前記予測した運転状態量に応じて前記今回の吸気行程での吸入空気量を予測し

前記予測した吸入空気量に対して所定の目標空燃比を得るために必要とすべき仮の燃料量を補正前予測必要燃料量として算出し、

前回の吸気行程に対する吸気弁閉弁後の時点で、同前回の吸気行程において前記目標空燃比を得るために実際に必要とされていた燃料量である実必要燃料量を既知となった運転状態量に基いて算出し、

前記前回の吸気行程において実際に吸入された燃料量である実吸入燃料量を少なくとも同前回の吸気行程に対し実際に噴射された燃料噴射量に基いて算出し、

前記算出した実必要燃料量と前記算出した実吸入燃料量に基いて前記前回の吸気行程における燃料の過不足分を求めるとともに、前記求められた過不足分に応じた燃料フィードバック補正量を算出し、

前記算出した燃料フィードバック補正量で前記補正前予測必要燃料量を補正して正規予測必要燃料量を算出し、

少なくとも前記算出した正規予測必要燃料量に基いて燃料噴射量を算出し、

前記算出した燃料噴射量の燃料を前記今回の吸気行程での吸気弁閉弁時よりも前の時点で同今回の吸気行程に対して噴射する内燃機関の燃料噴射量制御方法。

【請求項2】

指示に応じて燃料噴射を行う燃料噴射手段を備えた内燃機関の燃料噴射量制御装置において、

現時点より先の時点における前記内燃機関の運転状態量を予測する運転状態量予測手段と、

現時点より前の時点における前記内燃機関の実際の運転状態量を取得する運転

状態量取得手段と、

今回の吸気行程に対する吸気弁閉弁時より前の第1所定時点にて同今回の吸気行程での吸気弁閉弁時の吸入空気量である予測吸入空気量を前記運転状態量予測手段により予測された同第1所定時点より先の時点における運転状態量と前記内燃機関の吸気系における空気の挙動をモデル化した空気モデルとに基いて算出する予測吸入空気量算出手段と、

前記第1所定時点より後の時点であって前記今回の吸気行程に対する吸気弁閉弁時より前の第2所定時点にて前記予測吸入空気量に基いて同今回の吸気行程で必要とされるべき仮の燃料量である補正前予測必要燃料量を算出する補正前予測必要燃料量算出手段と、

前回の吸気行程での吸気弁閉弁時より後の時点であって前記今回の吸気行程に対する吸気弁閉弁時より前の第3所定時点にて同前回の吸気行程での吸気弁閉弁時の実際の吸入空気量である実吸入空気量を前記運転状態量取得手段により取得された実際の運転状態量と前記空気モデルとに基いて算出する実吸入空気量算出手段と、

前記第3所定時点より後の時点であって前記今回の吸気行程に対する吸気弁閉弁時より前の第4所定時点にて前記算出された実吸入空気量に基いて前記前回の吸気行程において実際に必要とされていた燃料量である実必要燃料量を算出する実必要燃料量算出手段と、

前記今回の吸気行程に対する吸気弁閉弁時より前の第5所定時点にて前記前回の吸気行程において実際に吸入された燃料量である実吸入燃料量を少なくとも同前回の吸気行程に対し実際に噴射された燃料噴射量に基いて算出する実吸入燃料量算出手段と、

前記第4所定時点、及び前記第5所定時点より後の時点であって前記今回の吸気行程に対する吸気弁閉弁時より前の第6所定時点にて前記算出された実必要燃料量と前記算出された実吸入燃料量とに基いて燃料フィードバック補正量を算出する燃料フィードバック補正量算出手段と、

前記第2所定時点、及び前記第6所定時点より後の時点であって前記今回の吸気行程に対する吸気弁閉弁時より前の第7所定時点にて前記算出された補正前予

測必要燃料量を前記算出された燃料フィードバック補正量で補正することにより同今回の吸気行程で必要とされる正規燃料量である正規予測必要燃料量を算出する正規予測必要燃料量算出手段と、

前記第7所定時点より後の時点であって前記今回の吸気行程に対する吸気弁閉弁時より前の第8所定時点にて少なくとも前記算出された正規予測必要燃料量に基いて前記燃料噴射手段から同今回の吸気行程に対し噴射される燃料噴射量を算出する燃料噴射量算出手段と、

前記第8所定時点より後の時点であって前記今回の吸気行程に対する吸気弁閉弁時より前の第9所定時点にて前記燃料噴射手段に対し前記算出された燃料噴射量の燃料を噴射するように指示を与える燃料噴射指示手段と、

を備えた内燃機関の燃料噴射量制御装置。

【請求項3】

請求項2に記載の内燃機関の燃料噴射量制御装置であって、

任意の吸気行程に対し実際に噴射された燃料噴射量と、同任意の吸気行程の一回前の吸気行程後であって同任意の吸気行程前における実際の燃料付着量である実燃料付着量と、前記内燃機関の吸気系への燃料付着挙動を表す燃料挙動モデルに基いて、同任意の吸気行程後であって同任意の吸気行程の次の吸気行程前における実燃料付着量を算出する実燃料付着量算出手段を備えるとともに、

前記実吸入燃料量算出手段は、

前記燃料挙動モデルの順モデルに基いて、前記前回の吸気行程に対し実際に噴射された燃料噴射量の燃料のうち同前回の吸気行程において実際に吸入された燃料量と前記実燃料付着量算出手段により算出された前々回の吸気行程後であって前記前回の吸気行程前における実燃料付着量の燃料のうち同前回の吸気行程において実際に吸入された燃料量とから、同前回の吸気行程において実際に吸入された前記実吸入燃料量を算出するように構成され、

前記燃料噴射量算出手段は、

前記燃料挙動モデルの逆モデルに基いて、前記今回の吸気行程に対し噴射されるべき燃料噴射量の燃料のうち同今回の吸気行程において吸入される燃料量と前記実燃料付着量算出手段により算出された前記前回の吸気行程後であって同今回

の吸気行程前における実燃料付着量の燃料のうち同今回の吸気行程において吸入される燃料量との和が前記算出された正規予測必要燃料量と等しくなるように同燃料噴射量を算出するように構成された内燃機関の燃料噴射量制御装置。

【請求項4】

請求項3に記載の内燃機関の燃料噴射量制御装置において、

前記実吸入燃料量算出手段は、前記燃料挙動モデルの順モデルにて使用する付着率と残留率を前記前回の吸気行程に対する吸気弁閉弁時の実吸入空気量に基いて決定し、同決定した付着率と残留率を使用した同燃料挙動モデルの順モデルに基いて前記実吸入燃料量を算出するように構成され、

前記燃料噴射量算出手段は、前記燃料挙動モデルの逆モデルにて使用する付着率と残留率を前記予測吸入空気量に基いて決定し、同決定した付着率と残留率を使用した同燃料挙動モデルの逆モデルに基いて前記燃料噴射量を算出するように構成された内燃機関の燃料噴射量制御装置。

【請求項5】

請求項2乃至請求項4のいずれか一項に記載の内燃機関の燃料噴射量制御装置において、

前記燃料フィードバック補正量算出手段は、少なくとも前記算出された実必要燃料量と前記算出された実吸入燃料量との差の時間積分値に基いて燃料フィードバック補正量を算出するように構成され、

前記予測吸入空気量算出手段と前記実吸入空気量算出手段は、前記内燃機関の運転状態が定常運転状態にあるとき、同予測吸入空気量算出手段により算出される前記予測吸入空気量と同実吸入空気量算出手段により算出される前記実吸入空気量とが等しくなるように構成された内燃機関の燃料噴射量制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関の燃料噴射量制御装置に係り、特に過渡運転時においても空燃比を略一定に維持することが可能な燃料噴射量制御方法、及び燃料噴射量制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

電子制御燃料噴射式の内燃機関においては、吸気行程直前又は吸気行程中にあって燃料噴射による燃料の供給が必要な気筒（以下、「燃料噴射気筒」と云う。）の同吸気行程における吸入空気量を求め、この求めた吸入空気量に応じた量の燃料を、最も遅くとも同吸気行程に対する吸気弁閉弁時（吸気弁の状態が開状態から閉状態に変化する時点）までに、場合によっては同吸気行程開始前までに、噴射する必要がある。このため、例えば、下記特許文献1に開示された内燃機関の制御装置は、同内燃機関の運転状態量の一つであるスロットル弁開度を燃料噴射気筒の吸気弁閉弁時まで前もって予測し、少なくとも同予測したスロットル弁開度と内燃機関の吸気系の空気の挙動をモデル化した空気モデルとに基づいて同燃料噴射気筒の吸気弁閉弁時における吸入空気量を同吸気弁閉弁時よりも前の時点で予測し、その予測した吸入空気量に応じた燃料噴射量の燃料を同気筒に対して噴射するようになっている。

【0003】

【特許文献1】

特開平10-169469号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来の制御装置は、例えば、予測したスロットル弁開度と実際のスロットル弁開度とが相違する等の理由により、予測した吸入空気量と実際の吸入空気量との間に差（推定誤差）が生じると、この推定誤差を補償する手段を備えていないので、同従来の制御装置においては、燃料噴射量が適切な値と異なる値となって空燃比が乱れるという問題がある。

【0005】

一方、前記推定誤差を補償するために上記従来の制御装置に一般的なフィードバックコントローラを付加してフィードバック制御を行う場合においては、時々刻々と変化する内燃機関の運転状態（例えば、内燃機関の回転速度、温度等）に応じて同コントローラが使用する比例ゲイン、積分ゲイン等のフィードバック制

御定数を頻繁に変更する必要がないようにフィードバック制御系を構成し、同コントローラを簡易な構成とすることが要求される。

【0006】

従って、本発明の目的は、簡易な構成のフィードバックコントローラを使用して吸入空気量の推定誤差を迅速に補償し、特に、スロットル弁開度が急変する等の過渡運転時における空燃比を迅速に安定させることができ可能な内燃機関の燃料噴射量制御方法、及び燃料噴射量制御装置を提供することにある。

【0007】

【発明の概要】

本発明の燃料噴射量制御方法は、今回の吸気行程での吸気弁閉弁時における内燃機関の運転状態量を同吸気弁閉弁時より前の時点で予測し、前記予測した運転状態量に応じて前記今回の吸気行程での吸入空気量を予測し、前記予測した吸入空気量に対して所定の目標空燃比を得るために必要とすべき仮の燃料量を補正前予測必要燃料量として算出し、前回の吸気行程に対する吸気弁閉弁後の時点で、同前回の吸気行程において前記目標空燃比を得るために実際に必要とされていた燃料量である実必要燃料量を既知となった運転状態量に基いて算出し、前記前回の吸気行程において実際に吸入された燃料量である実吸入燃料量を少なくとも同前回の吸気行程に対し実際に噴射された燃料噴射量に基いて算出し、前記算出した実必要燃料量と前記算出した実吸入燃料量とに基いて前記前回の吸気行程における燃料の過不足分を求めるとともに、前記求められた過不足分に応じた燃料フィードバック補正量を算出し、前記算出した燃料フィードバック補正量で前記補正前予測必要燃料量を補正して正規予測必要燃料量を算出し、少なくとも前記算出した正規予測必要燃料量に基いて燃料噴射量を算出し、前記算出した燃料噴射量の燃料を前記今回の吸気行程での吸気弁閉弁時よりも前の時点で同今回の吸気行程に対して噴射する方法である。

【0008】

本発明において、「今回の吸気行程」、「前回の吸気行程」（及び「前々回の吸気行程」）は、それぞれ、特定の気筒（内燃機関の複数気筒のうちの任意の一つの気筒、以下同じ。）に着目した場合における同特定の気筒に対する今回、

前回（、及び前々回）の吸気行程であっても、内燃機関の複数気筒のうちで順次移動していく不特定の上記燃料噴射気筒に対する今回、前回（、及び前々回）の吸気行程であってもよい。

【0009】

この燃料噴射量制御方法は、今回の吸気行程における吸気弁閉弁時の吸入空気量を、予測した運転状態量（例えば、スロットル弁開度）に基いて同吸気弁閉弁時よりも前の時点で予測し、予測した吸入空気量に対して所定の目標空燃比（例えば、理論空燃比）を得るために必要とすべき仮の燃料量である補正前予測必要燃料量を算出する。従って、補正前予測必要燃料量は、予測吸入空気量の予測誤差（推定誤差）の影響を受ける。

【0010】

一方、前回の吸気行程の吸気弁閉弁後においては、同前回の吸気行程における吸気弁閉弁時点の運転状態量は既知であるから、その既知である運転状態量から同前回の吸気行程の実際の吸入空気量を求めることが可能、従って、同前回の吸気行程で気筒内の混合気の空燃比が目標空燃比となるために実際に必要とされていた燃料量（実必要燃料量）を正確に求めることができる。他方、前回の吸気行程の吸気弁閉弁後においては、同前回の吸気行程に対して実際に噴射された燃料噴射量が既知であるから、その既知である燃料噴射量に少なくとも基いて同前回の吸気行程の実際の吸入燃料量（実吸入燃料量）を正確に求めることができる。

【0011】

本燃料噴射量制御方法は、このように実必要燃料量と実吸入燃料量を求め、これら実必要燃料量と実吸入燃料量（との差）に基いて前回の吸気行程における燃料の過不足を算出し、同過不足分を補うための燃料フィードバック補正量を求める。そして、本燃料噴射量制御方法は、この燃料フィードバック補正量で前記補正前予測必要燃料量を補正することにより正規予測必要燃料量を求め、少なくともこの正規予測必要燃料量に基いて燃料噴射量を算出する。従って、吸気行程毎に、前回の吸気行程での燃料の過不足分が少なくとも今回の吸気行程で補償されるので、空燃比を迅速、且つ、精度良く、一定に維持することができる。

【0012】

また、燃料フィードバック補正量で補正された後の正規予測必要燃料量に基いて燃料噴射量が算出される。従って、例えば、後述するように、内燃機関の運転状態に応じて変化する（実際の）燃料付着量を考慮して正規予測必要燃料量に基いて燃料噴射量が算出される場合等、算出される燃料噴射量が正規予測必要燃料量に対して内燃機関の運転状態に応じた異なる量となる場合であっても、前記算出された燃料噴射量の燃料を噴射すれば、内燃機関の運転状態に拘わらず、前記燃料フィードバック補正量が確実に反映された所望の前記正規予測必要燃料量の燃料が正確に燃料噴射気筒内に吸入され得る。この結果、前記燃料フィードバック補正量を算出するためのフィードバックコントローラが使用する比例ゲイン等のフィードバック制御定数を時々刻々と変化する内燃機関の運転状態に応じて変更する必要がないので、フィードバックコントローラを簡易な構成とすることができる。

【0013】

また、より具体的な態様としての本発明の内燃機関の燃料噴射量制御装置は、指示に応じて燃料噴射を行う燃料噴射手段を備えた内燃機関の燃料噴射量制御装置であって、運転状態量予測手段、運転状態量取得手段、予測吸入空気量算出手段、補正前予測必要燃料量算出手段、実吸入空気量算出手段、実必要燃料量算出手段、実吸入燃料量算出手段、燃料フィードバック補正量算出手段、正規予測必要燃料量算出手段、燃料噴射量算出手段、及び燃料噴射指示手段を備える。以下、各手段の作用について説明する。

【0014】

運転状態量予測手段は、現時点より先の時点における前記内燃機関の運転状態量を予測する。運転状態量取得手段は、現時点より前の時点における前記内燃機関の実際の運転状態量を取得する。運転状態量の代表例としては、スロットル弁開度が挙げられる。

【0015】

予測吸入空気量算出手段は、今回の吸気行程に対する吸気弁閉弁時より前の第1所定時点にて、同今回の吸気行程での吸気弁閉弁時の吸入空気量である予測吸入空気量を前記運転状態量予測手段により予測された同第1所定時点より先の時

点における運転状態量と前記内燃機関の吸気系における空気の挙動をモデル化した空気モデルとに基いて算出する。即ち、予測吸入空気量算出手段は、次に吸気行程に入ろうとしている（又は、すでに吸気行程に入っている）気筒の吸気弁がその吸気行程において開弁状態から閉弁状態へと以降する時点（吸気弁閉弁時）より前の第1所定時点で、同吸気弁閉弁時における同気筒の吸入空気量を予測する。

【0016】

補正前予測必要燃料量算出手段は、前記第1所定時点より後の時点であって前記今回の吸気行程に対する吸気弁閉弁時より前の第2所定時点にて、前記予測吸入空気量に基づいて同今回の吸気行程で必要とされるべき仮の燃料量である補正前予測必要燃料量を算出する。例えば、補正前予測必要燃料量算出手段は、内燃機関の運転状態に応じて別途定められる（或いは一定の）目標空燃比で前記予測吸入空気量を除することにより補正前予測必要燃料量を算出することができる。

【0017】

実吸入空気量算出手段は、前回の吸気行程での吸気弁閉弁時より後の時点であって前記今回の吸気行程に対する吸気弁閉弁時より前の第3所定時点にて、同前回の吸気行程での吸気弁閉弁時の実際の吸入空気量である実吸入空気量を前記運転状態量取得手段により取得された実際の運転状態量と前記空気モデルとに基いて算出する。この第3所定時点は、前記前回の吸気行程での吸気弁閉弁時より後の時点であるから、同前回の吸気行程での吸気弁閉弁時の実際の吸入空気量を求めるための運転状態量は既知であり、前記運転状態量取得手段により取得される。従って、実吸入空気量は同既知の運転状態量と空気モデルとに基いて正確に求められる。

【0018】

実必要燃料量算出手段は、前記第3所定時点より後の時点であって前記今回の吸気行程に対する吸気弁閉弁時より前の第4所定時点にて、前記算出された実吸入空気量に基いて前記前回の吸気行程において実際に必要とされていた燃料量である実必要燃料量を算出する。例えば、実必要燃料量算出手段は、前記補正前予測必要燃料量算出手段と同様、前記目標空燃比で前記実吸入空気量を除すことに

より実必要燃料量を算出することができる。

【0019】

実吸入燃料量算出手段は、前記今回の吸気行程に対する吸気弁閉弁時より前の第5所定時点にて、前記前回の吸気行程において実際に吸入された燃料量である実吸入燃料量を少なくとも同前回の吸気行程に対し実際に噴射された燃料噴射量に基いて算出する。この場合、後述するように、実際の燃料付着量（実燃料付着量）を考慮して実吸入燃料量を求めることが好適である。

【0020】

燃料フィードバック補正量算出手段は、前記第4所定時点、及び前記第5所定時点より後の時点であって前記今回の吸気行程に対する吸気弁閉弁時より前の第6所定時点にて、前記算出された実必要燃料量と前記算出された実吸入燃料量とに基いて燃料フィードバック補正量を算出する。

【0021】

例えば、前記算出された実必要燃料量と前記算出された実吸入燃料量との差は、前回の吸気行程における燃料の過不足分を表すから、同実必要燃料量と同実吸入燃料量との差と、この差を入力値とする比例積分制御等のコントローラとを用いることで、同燃料の過不足分を補償する燃料フィードバック補正量が算出される。

【0022】

正規予測必要燃料量算出手段は、前記第2所定時点、及び前記第6所定時点より後の時点であって前記今回の吸気行程に対する吸気弁閉弁時より前の第7所定時点にて、前記算出された補正前予測必要燃料量を前記算出された燃料フィードバック補正量で補正することにより同今回の吸気行程で必要とされる正規燃料量である正規予測必要燃料量を算出する。

【0023】

燃料噴射量算出手段は、前記第7所定時点より後の時点であって前記今回の吸気行程に対する吸気弁閉弁時より前の第8所定時点にて、少なくとも前記算出された正規予測必要燃料量に基いて前記燃料噴射手段から同今回の吸気行程に対し噴射される燃料噴射量を算出する。この場合、燃料噴射量算出手段は、前記燃料

噴射量の燃料を噴射すれば前記正規予測必要燃料量の燃料が前記今回の吸気行程に対する気筒（燃料噴射気筒）内に吸入されるように同燃料噴射量を算出するように構成されることが好適である。更には、後述するように、実際の燃料付着量（実燃料付着量）を考慮して燃料噴射量を求めることが好適である。

【0024】

そして、燃料噴射指示手段は、前記第8所定時点より後の時点であって前記今回の吸気行程に対する吸気弁閉弁時より前の第9所定時点にて、前記燃料噴射手段に対し前記算出された燃料噴射量の燃料を噴射するように指示を与え、これにより、同燃料噴射量の燃料が燃料噴射手段から噴射される。

【0025】

本発明による燃料噴射量制御装置は、以上の処理を吸気行程毎に（各気筒毎に）繰り返し実行し、前回の吸気行程における燃料の過不足分を次回以降の燃料噴射量に直ちに反映する（補償する）ので、空燃比を安定した値に維持することができる。また、前記算出された燃料噴射量の燃料を噴射すれば、内燃機関の運転状態に拘わらず、前記燃料フィードバック補正量が確実に反映された所望の前記正規予測必要燃料量の燃料が燃料噴射気筒内に正確に吸入され得るので、前記燃料フィードバック補正量を算出するためのフィードバック制御定数を時々刻々と変化する内燃機関の運転状態に応じて変更する必要がなく、この結果、燃料フィードバック補正量を算出するためのフィードバックコントローラを簡易な構成とすることができます。

【0026】

この場合、上記燃料噴射量制御装置は、実燃料付着量を算出する実燃料付着量算出手段を備え、前記実吸入燃料量算出手段は、この実燃料付着量を考慮しながら燃料挙動モデルの順モデルを使用して前記実吸入燃料量を算出するように構成され、前記燃料噴射量算出手段は、前記正規予測必要燃料量が吸入されるように、前記算出された実燃料付着量を考慮しながら燃料挙動モデルの逆モデルを使用して前記燃料噴射量を算出するように構成されることが好適である。

【0027】

これによれば、内燃機関の運転状態に応じて変化する燃料付着量が考慮されな

がら燃料噴射量が決定されて行くから、燃料噴射気筒に対して適切な燃料噴射量が算出され、その結果、空燃比を一層安定化することができる。

【0028】

より具体的に述べると、実燃料付着量算出手段は、任意の吸気行程に対し実際に噴射された燃料噴射量と、同任意の吸気行程の一回前の吸気行程後であって同任意の吸気行程前における実際の燃料付着量である実燃料付着量と、前記燃料挙動モデルに基いて、同任意の吸気行程後であって同任意の吸気行程の一回後の吸気行程前における実燃料付着量を算出する。

【0029】

即ち、実燃料付着量算出手段は、ある吸気行程に対して実際に噴射された燃料噴射量の燃料のうちの吸気系に付着する燃料の量と、その吸気行程前に吸気系に付着していた実燃料付着量のうちの吸気系に残留する燃料の量とから、新たな（前記ある吸気行程後の）実燃料付着量を算出する。

【0030】

また、前記実吸入燃料量算出手段は、前記燃料挙動モデルの順モデルに基いて、前記前回の吸気行程に対し実際に噴射された燃料噴射量の燃料のうち同前回の吸気行程において同気筒に実際に吸入された燃料量、及び、前記実燃料付着量算出手段により算出された前々回の吸気行程後であって同前回の吸気行程前における実燃料付着量の燃料のうち同前回の吸気行程において実際に吸入された燃料量とから、同前回の吸気行程において実際に吸入された前記実吸入燃料量を算出するように構成される。

【0031】

即ち、前記実吸入燃料量算出手段は、前回の吸気行程に対する実際の燃料噴射量の燃料のうち燃料噴射気筒に吸入される分と、前回の吸気行程前の実際の燃料付着量の燃料のうち燃料噴射気筒に吸入される分との和を、前回の吸気行程において実際に吸入された吸入燃料量として算出する。

【0032】

そして、前記燃料噴射量算出手段は、前記燃料挙動モデルの逆モデルに基いて、前記今回の吸気行程に対し噴射されるべき燃料噴射量の燃料のうち同今回の吸

気行程において吸入される燃料量と前記実燃料付着量算出手段により算出された前記前回の吸気行程後であって同今回の吸気行程前における実燃料付着量の燃料のうち同今回の吸気行程において吸入される燃料量との和が前記算出された正規予測必要燃料量と等しくなるように同燃料噴射量を算出するように構成される。

【0033】

即ち、前記燃料噴射量算出手段は、正規予測必要燃料量が燃料噴射気筒に吸入されるためには、どれだけの燃料噴射量の燃料を噴射しなければならないかを、同燃料噴射量の燃料のうち吸入系へ付着することなく同気筒に吸入される分、及び今回の吸気行程前における前記実燃料付着量の燃料のうちの同気筒への吸入される分とを考慮して算出し、そのようにして算出された噴射量を燃料噴射量とする。

【0034】

このようにすれば、実際の燃料噴射量に基いて算出される精度の良い実燃料付着量が考慮されることで、実吸入燃料量が精度良く求められるので、吸入された燃料の過不足分が正確に求められ、この過不足分がフィードバック補正量に反映されるから、結果として空燃比を安定させることができる。また、このように精度の良い実燃料付着量が考慮されて燃料噴射量が算出されるので、吸入空気量の予測誤差がない場合（燃料フィードバック補正量がない場合）には同燃料噴射量の燃料の噴射によって実必要燃料量に極めて近しい燃料量の燃料（即ち、補正前予測必要燃料量、又は正規予測必要燃料量）が燃料噴射気筒に供給されることになり、これによっても各吸気行程毎の空燃比が安定する。

【0035】

また、上記のように、前記実吸入燃料量算出手段が前記実燃料付着量を考慮しながら燃料挙動モデルの順モデルを使用して同実吸入燃料量を算出するように構成され、前記燃料噴射量算出手段が同実燃料付着量を考慮しながら燃料挙動モデルの逆モデルを使用して前記燃料噴射量を算出するように構成される場合、前記実吸入燃料量算出手段は、前記燃料挙動モデルの順モデルにて使用する付着率と残留率を前記前回の吸気行程に対する吸気弁閉弁時の実吸入空気量に基いて決定し、前記燃料噴射量算出手段は、前記燃料挙動モデルの逆モデルにて使用する付

着率と残留率を前記予測吸入空気量に基いて決定するように構成されることが好適である。

【0036】

これによれば、実吸入燃料量算出手段が燃料挙動モデルの順モデルにて使用する付着率と残留率は、前回の吸気行程に対する吸気弁閉弁時後において既知となった運転状態量と空気モデルとに基いて求められた同前回の吸気行程に対する吸気弁閉弁時の実際の吸入空気量（実吸入空気量）に基いて決定されることになり、機関の吸気系における実際の燃料の挙動を精度良く表す量となる。従って、実吸入燃料量がより一層正確に算出される。

【0037】

また、燃料噴射量算出手段が燃料挙動モデルの逆モデルにて使用する付着率と残留率は、運転状態量予測手段により予測された運転状態量と空気モデルとに基いて求められた今回の吸気行程に対する吸気弁閉弁時の予測された吸入空気量（予測吸入空気量）に基いて決定されることになり、今回の吸気行程に対する吸気弁閉弁時において予測される機関の吸気系における燃料の挙動を精度良く表す量となる。従って、正規予測必要燃料量の燃料を燃料噴射気筒に吸入させるための燃料噴射量がより一層正確に算出される。

【0038】

上記何れかの燃料噴射量制御装置においては、前記燃料フィードバック補正量算出手段は、少なくとも前記算出された実必要燃料量と前記算出された実吸入燃料量との差の時間積分値に基いて燃料フィードバック補正量を算出するように構成され、前記予測吸入空気量算出手段と前記実吸入空気量算出手段は、前記内燃機関の運転状態が定常運転状態にあるとき、同予測吸入空気量算出手段により算出される前記予測吸入空気量と同実吸入空気量算出手段により算出される前記実吸入空気量とが等しくなるように構成されることが好適である。

【0039】

これによれば、内燃機関の運転状態が定常運転状態にあるとき、前記予測吸入空気量と前記実吸入空気量とが等しくなるから、同予測吸入空気量に基いて算出される補正前予測必要燃料量と同実吸入空気量に基いて算出される実必要燃料量

とも等しくなり得る。従って、内燃機関の運転状態が所定時間以上定常運転状態に維持される毎に、前記算出された実必要燃料量と前記算出された実吸入燃料量との差の前記時間積分値がゼロになることが保証され得る。

【0040】

一方、前記差の時間積分値は燃料の過不足分の時間積分値に相当する値である。よって、内燃機関の運転状態が定常運転状態から燃料の過不足分が発生し易い過渡運転状態に移行した後、再び定常運転状態に復帰する毎に、燃料の過不足分の時間積分値がゼロになることが保証され得ることになる。この結果、内燃機関の運転状態が定常運転状態から一旦過渡運転状態に移行してから再び定常運転状態に復帰するまでの期間における平均的な空燃比（（同期間内の総吸入空気量）/（同期間内の総燃料（噴射）量））を所定の目標空燃比（例えば、理論空燃比）と等しくすることができる。

【0041】

ところで、一般に、内燃機関の排気系には、理論空燃比から或る程度偏移した空燃比を有する排気ガスをも浄化するため、所謂酸素吸蔵・放出機能を備えた三元触媒が介装されることが多い。この三元触媒が有する酸素吸蔵・放出機能は、同触媒の酸素吸蔵量が所定の量（例えば、同触媒の最大酸素吸蔵量の半分程度の量）近傍に維持されているときに効率良く発揮される。一方、三元触媒の酸素吸蔵量は、同触媒に流入する排気ガスの空燃比がリッチ空燃比のとき減少し、同排気ガスの空燃比がリーン空燃比のとき増加する。従って、上記期間内における平均的な空燃比が前記目標空燃比（例えば、理論空燃比）と等しければ、同期間の前後において三元触媒の酸素吸蔵量は変化することなく、この結果、同触媒の酸素吸蔵量が前記所定の量近傍に維持され得る。

【0042】

以上のことから、上記のように構成すれば、内燃機関の排気系に所謂酸素吸蔵・放出機能を備えた三元触媒が介装される場合、内燃機関の運転状態が定常運転状態から一旦過渡運転状態に移行してから再び定常運転状態に復帰した場合においても、同三元触媒の酸素吸蔵・放出機能が低下することなく、排気ガスのエミッションの排出量が増大することを防止することができる。

【0043】

なお、上記燃料噴射量制御装置において、上記第9の所定時点は、実際には、燃料噴射に要する時間と、噴射された燃料が気筒内に吸入されるのに要する時間と、の和の時間だけ、吸気弁閉弁時よりも前の時点である必要がある。但し、筒内噴射式の内燃機関の場合、或いは、燃料噴射手段としてのインジェクタの流量が極めて大きい場合等においては、第9の所定時点は吸気弁閉弁時より前の所定時点であればよい。また、第9の所定時点は、燃料噴射開始後であってもよい。

【0044】

【発明の実施の形態】

以下、本発明による内燃機関の制御装置の各実施形態について図面を参照しつつ説明する。図1は、本発明の第1実施形態に係る燃料噴射量制御装置を火花点火式多気筒（4気筒）内燃機関10に適用したシステムの概略構成を示している。

【0045】

この内燃機関10は、シリンダブロック、シリンダブロックロワーケース、及びオイルパン等を含むシリンダブロック部20と、シリンダブロック部20の上に固定されるシリンダヘッド部30と、シリンダブロック部20にガソリン混合気を供給するための吸気系統40と、シリンダブロック部20からの排ガスを外部に放出するための排気系統50とを含んでいる。

【0046】

シリンダブロック部20は、シリンダ21、ピストン22、コンロッド23、及びクランク軸24を含んでいる。ピストン22はシリンダ21内を往復動し、ピストン22の往復動がコンロッド23を介してクランク軸24に伝達され、これにより同クランク軸24が回転するようになっている。シリンダ21とピストン22のヘッドは、シリンダヘッド部30とともに燃焼室25を形成している。

【0047】

シリンダヘッド部30は、燃焼室25に連通した吸気ポート31、吸気ポート31を開閉する吸気弁32、吸気弁32を駆動するインテークカムシャフトを含むとともに同インテークカムシャフトの位相角を連続的に変更する可変吸気タイ

ミング装置33、可変吸気タイミング装置33のアクチュエータ33a、燃焼室25に連通した排気ポート34、排気ポート34を開閉する排気弁35、排気弁35を駆動するエキゾーストカムシャフト36、点火プラグ37、点火プラグ37に与える高電圧を発生するイグニッションコイルを含むイグナイタ38、及び燃料を吸気ポート31内に噴射するインジェクタ（燃料噴射手段）39を備えている。

【0048】

吸気系統40は、吸気ポート31に連通し同吸気ポート31とともに吸気通路を形成するインテークマニホールドを含む吸気管41、吸気管41の端部に設けられたエアフィルタ42、吸気管41内にあって吸気通路の開口断面積を可変とするスロットル弁43、スロットル弁駆動手段を構成するスロットル弁アクチュエータ43a、スワールコントロールバルブ（以下、「SCV」と称呼する。）44、及びSCVアクチュエータ44aを備えている。

【0049】

DCモータからなるスロットル弁アクチュエータ43aは、後述する電子制御装置70が達成する電子制御スロットル弁ロジックにより目標スロットル弁開度TAtが与えられると、実際のスロットル弁開度TAが目標スロットル弁開度TAtとなるようにスロットル弁43を駆動するようになっている。

【0050】

DCモータからなるSCVアクチュエータ44aは、電気制御装置70から駆動信号を受け、前記スロットル弁43よりも下流で前記インジェクタ39よりも上流の位置にて前記吸気管41に対し回動可能に支持され、燃焼室に吸入される空気にスワールを発生させるためのSCV44を回転駆動するようになっている。

【0051】

排気系統50は、排気ポート34に連通したエキゾーストマニホールド51、エキゾーストマニホールド51に接続されたエキゾーストパイプ52、及びエキゾーストパイプ52に介装された所謂酸素吸蔵・放出機能を備えた触媒コンバータ（三元触媒装置）53を備えている。

【0052】

一方、このシステムは、熱線式エアフローメータ61、吸気温センサ62、大気圧センサ（スロットル弁上流圧力センサ）63、スロットルポジションセンサ64、SCV開度センサ65、カムポジションセンサ66、クランクポジションセンサ67、水温センサ68、空燃比センサ69、及びアクセル操作量検出手段（の一部）を構成するアクセル開度センサ81を備えている。

【0053】

エアフローメータ61は、概略斜視図である図2に示したように、吸気管41内を流れる吸入空気の一部をバイパスさせるバイパス通路と、このバイパス通路にバイパスされた吸入空気の質量流量を計測する熱線計量部61aと、計測された質量流量に応じた電圧Vgを出力する信号処理部61bとからなっている。熱線計量部61aは、その拡大斜視図である図3に示したように、白金熱線からなる吸気温計測用抵抗（ボビン部）61a1と、同吸気温計測用抵抗61a1を前記信号処理部61bに連結して保持するサポート部61a2と、加熱用抵抗（ヒータ）61a3と、同加熱用抵抗61a3を前記信号処理部61bに連結して保持するサポート部61a4とを備えている。信号処理部61bは、吸気温計測用抵抗61a1と加熱用抵抗61a3とで構成されたブリッジ回路を備え、このブリッジ回路により吸気温計測用抵抗61a1と加熱用抵抗61a3との温度差を常に一定に維持するように同加熱用抵抗61a3に供給する電力を調整するとともに、この供給する電力を前記電圧Vgに変換して出力するようになっている。かかるエアフローメータ61の出力Vgと、計測された吸入空気流量mtAFMとの関係は、例えば図4に示したとおりであり、電気制御装置70は同図4の関係を利用することにより、計測された吸入空気流量mtAFMの値を取得するようになっている。

【0054】

吸気温センサ62は、エアフローメータ61内に備えられていて、吸入空気の温度（吸気温度）を検出し、吸気温度THAを表す信号を出力するようになっている。大気圧センサ63は、スロットル弁43の上流の圧力（即ち、大気圧）を検出し、スロットル弁上流圧力Paを表す信号を出力するようになっている。スロッ

トルポジションセンサ64は、スロットル弁43の開度を検出し、スロットル弁開度TAを表す信号を出力するようになっている。SCV開度センサ65は、SCV44の開度を検出し、SCV開度θivを表す信号を出力するようになっている。カムポジションセンサ66は、インテークカムシャフトが90°回転する毎に（即ち、クランク軸24が180°回転する毎に）一つのパルスを有する信号（G2信号）を発生するようになっている。クランクポジションセンサ67は、クランク軸24が10°回転する毎に幅狭のパルスを有するとともに同クランク軸24が360°回転する毎に幅広のパルスを有する信号を出力するようになっている。この信号は、エンジン回転速度NEを表す。水温センサ68は、内燃機関10の冷却水の温度を検出し、冷却水温THWを表す信号を出力するようになっている。空燃比センサ69は、触媒コンバータ53に流入する排ガス中の酸素濃度を検出することで空燃比を表す信号を出力するようになっている。アクセル開度センサ81は、運転者によって操作されるアクセルペダル82の操作量を検出し、同アクセルペダルの操作量Accpを表す信号を出力するようになっている。

【0055】

電気制御装置70は、互いにバスで接続されたCPU71、CPU71が実行するプログラム、テーブル（ルックアップテーブル、マップ）、定数等を予め記憶したROM72、CPU71が必要に応じてデータを一時的に格納するRAM73、電源が投入された状態でデータを格納するとともに同格納したデータを電源が遮断されている間も保持するバックアップRAM74、及びADコンバータを含むインターフェース75等からなるマイクロコンピュータである。インターフェース75は、前記センサ61～69、81と接続され、CPU71にセンサ61～69、81からの信号を供給するとともに、同CPU71の指示に応じて可変吸気タイミング装置33のアクチュエータ33a、イグナイタ38、インジェクタ39、スロットル弁アクチュエータ43a、及びSCVアクチュエータ44aに駆動信号を送出するようになっている。

【0056】

次に、上記のように構成された制御装置による物理モデルを用いた燃料噴射量の決定方法について説明する。以下に述べる処理は、CPU71がプログラムを

実行することにより行われる。

【0057】

(燃料噴射量 f_i の決定方法の概要)

このような燃料噴射量制御装置は、吸気行程にある気筒、又は吸気行程の直前の状態にある気筒（即ち、燃料噴射気筒）の吸気弁32が、その吸気行程において開弁した状態から閉弁する状態に移行する時点（吸気弁閉弁時）より前の時点にて、同気筒に対して所定量の燃料を噴射する必要がある。そのため、本燃料噴射量制御装置は、吸気弁32が閉弁状態に移行する時点において同気筒内に吸入されているであろう吸入空気量を前もって予測し、同予測した吸入空気量に応じた燃料量の燃料を同吸気弁32の閉弁時より前の時点で同気筒に対して噴射する。本例においては、噴射終了時期を、燃料噴射気筒の吸気上死点前75° クランクアングル（以下、「BTDC 75° CA」と表す。他のクランクアングルについても同様に表す。）と定めている。従って、本制御装置は、噴射に要する時間（インジェクタの開弁時間）、CPUの計算時間を考慮して、BTDC 75° CAの時点よりも前の時点にて、燃料噴射気筒の吸入空気量を予測する。

【0058】

一方、吸気弁閉弁時の吸気管圧力（即ち、吸気管内空気圧力）は、吸入空気量と密接な関係にある。また、吸気弁閉弁時の吸気管圧力は、吸気弁閉弁時のスロットル弁開度に依存する。そこで、本制御装置は、吸気弁閉弁時のスロットル弁開度を予測・推定し、そのスロットル弁開度に基づいて燃料噴射気筒の吸入空気量 KL_{fwd} を事前に予測し、下記数1に示したように、予測した吸入空気量 KL_{fwd} をエンジンの運転状態に応じて別途定められる目標空燃比 A_{byFref} で除することで仮の必要燃料量（補正前予測必要燃料量） F_{cfwdB} を決定するとともに、燃料フィードバック補正量 F_{fb} を別途求め、補正前予測必要燃料量 F_{cfwdB} を燃料フィードバック補正量 F_{fb} により補正して正規の予測必要燃料量 F_{cfwd} を求める。燃料フィードバック補正量 F_{fb} は、後に詳述するように、前回の吸気行程において実際に必要とされた燃料量（実必要燃料量）と同前回の吸気行程において実際に吸入された燃料量（実吸入燃料量）との差に基く値である。そして、本制御装置は、燃料噴射量 f_i の燃料を噴射すれば前記求めた正規予測必要燃料量 F_{cfwd} の燃料が燃

料噴射気筒に吸入されるように、同正規予測必要燃料量 F_{cfwd} に基いて前記燃料噴射量 f_i を求める。以上が、燃料噴射量（最終的に噴射される燃料の量） f_i を求める方法の概要である。

【0059】

【数1】

$$F_{cfwd} = K_L f_{wd} / A_{byFref} + F_{fb} = F_{cfwdb} + F_{fb}$$

【0060】

（具体的構成・作用）

以下、上記した燃料噴射量 f_i を求めるための燃料噴射量制御装置の具体的構成、及び作用について説明する。この燃料噴射量制御装置は、機能ブロック図である図5に示したように、電子制御スロットル弁ロジックA1、現時点より前の時点（過去～現在）における実際のスロットル弁開度と実際のアクセル操作量等の内燃機関の運転状態量を取得する運転状態量取得手段A2、現時点より先の時点におけるスロットル弁開度等の内燃機関の運転状態量を予測する運転状態量予測手段M1、内燃機関の吸気系における空気の挙動をモデル化した空気モデルを含む実吸入空気量算出手段としての第1吸入空気モデルA3、同空気モデルを含む予測吸入空気量算出手段としての第2吸入空気モデルA4、目標空燃比設定手段A5、及び図6に詳細な機能ブロック図を示した噴射量決定手段A6を含んでいる。以下、個別具体的に、各手段、及びモデル等について説明する。

【0061】

（電子制御スロットル弁ロジックと電子制御スロットル弁モデル）

先ず、スロットル弁開度を制御するための電子制御スロットル弁ロジックA1と、将来における（現時点よりも先の時点における）スロットル弁開度 T_{Aest} を予測する電子制御スロットル弁モデルM1について説明する。

【0062】

電子制御スロットル弁ロジックA1は、先ず、演算周期 ΔT_t （例えば、8 msec）の経過毎にアクセル開度センサS1の出力値に基づいてアクセル操作量 A_{ccp} を読み込み、読み込んだアクセル操作量 A_{ccp} と図7のアクセル操作量 A_{ccp} と目標スロットル弁開度 T_{Aacc} との関係を規定したテーブルとに基づいて今回の暫定目標ス

ロットル弁開度TAaccを求め、この暫定目標スロットル弁開度TAaccを図8のタイムチャートに示したように、所定の遅延時間TDだけ遅延し、この遅延した暫定目標スロットル弁開度TAaccを目標スロットル弁開度TAtとして設定してスロットル弁アクチュエータ43aに出力する。なお、遅延時間TDは、本例においては一定の時間であるが、内燃機関が所定のクランク角度（例えば、クランク角270°CA）だけ回転するのに要する時間T270とする等、エンジン回転速度NEに応じた可変の時間とすることもできる。

【0063】

ところで、電子制御スロットル弁ロジックA1から目標スロットル弁開度TAtがスロットル弁アクチュエータ43aに出力された場合であっても、同スロットル弁アクチュエータ43aの遅れや、スロットル弁43の慣性などにより、実際のスロットル弁開度TAは、ある遅れをもって目標スロットル弁開度TAtに追従する。そこで、電子制御スロットル弁モデルM1においては、下記数2に基いて遅延時間TD後におけるスロットル弁開度を予測・推定する（図8を参照）。

【0064】

【数2】

$$TAest(k+1) = TAest(k) + \Delta Tt \cdot f(TAt(k), TAest(k))$$

【0065】

数2において、TAest(k+1)は今回の演算タイミングにおいて新たに予測・推定される予測スロットル弁開度TAestであり、TAt(k)は今回の演算タイミングにて新たに得られた目標スロットル弁開度TAtであり、TAest(k)は今回の演算タイミングにおいて既に予測・推定されていた最新の予測スロットル弁開度TAest（即ち、前回の演算タイミングにおいて予測・推定されたスロットル弁開度TAest）である。また、関数 $f(TAt(k), TAest(k))$ は、図9に示したように、TAt(k)とTAest(k)との差 $\Delta TA (= TAt(k) - TAest(k))$ が大きい程大きい値をとる関数（ ΔTA に関して単調増加する関数 f ）である。

【0066】

このように、電子制御スロットル弁モデルM1（CPU71）は、今回の演算タイミングにて遅延時間TD後の目標スロットル弁開度TAtを新たに決定するとと

もに、遅延時間TD後のスロットル弁開度TAestを新たに予測・推定し、現時点から遅延時間TD経過後までの目標スロットル弁開度TAtと予測スロットル弁開度TAestを、現時点からの時間経過に対応させた形でRAM73に記憶・格納する。

【0067】

<第1吸入空気モデル（実吸入空気量算出手段）A3>

第1吸入空気モデルA3は、内燃機関の吸気系における空気の挙動をモデル化した空気モデルを構成するスロットルモデルM2、吸気弁モデルM3、吸気管モデルM4、及び吸気弁モデルM5を備えていて、特定気筒の前回の吸気行程での吸気弁閉弁時より後の時点であって同気筒の今回の吸気行程に対する吸気弁閉弁時より前の時点にて同気筒の前回の吸気行程での吸気弁閉弁時の実際の吸入空気量である実吸入空気量KLactを、前記運転状態量取得手段A2により取得された実際の運転状態量である実際のスロットル弁開度（実スロットル弁開度TAact）に基いて求める。上記スロットルモデルM2、吸気弁モデルM3、吸気管モデルM4、及び吸気弁モデルM5の内容については、後に詳述する。

【0068】

なお、本例では、スロットルモデルM2、吸気弁モデルM3、吸気管モデルM4、及び吸気弁モデルM5により実際の吸入空気量KLactを求めるが、これとは別に、燃料噴射気筒の前回の吸気行程における吸気弁閉弁時の実スロットル弁開度TAact、同燃料噴射気筒の前回の吸気行程における吸気弁閉弁時の実エンジン回転速度NE、及びテーブル（スロットル弁開度TAacc、エンジン回転速度NE、及び実吸入空気量KLactの関係を予め規定したテーブル）又は計算式を用いて実際の吸入空気量KLactを求めるものであってもよい。

【0069】

<第2吸入空気モデルA4>

第2吸入空気モデルA4は、第1吸入空気モデルA3が含んでいる空気モデルと同様の空気モデルを構成するスロットルモデルM20、吸気弁モデルM30、吸気管モデルM40、及び吸気弁モデルM50を備えていて、少なくとも電子制御スロットル弁モデルM1により予測・推定された予測スロットル弁開度TAestに基いて同燃料噴射気筒の今回の吸気行程における吸気弁閉弁時の吸入空気量（予測吸入

空気量) KL_{fwd} を予測・推定する。上記スロットルモデルM20、吸気弁モデルM30、吸気管モデルM40、及び吸気弁モデルM50については、後に詳述する。

【0070】

なお、第2空気モデルA4は、燃料噴射気筒の今回の吸気行程における吸気弁閉弁時の予測スロットル弁開度 TA_{est} 、同燃料噴射気筒の今回の吸気行程における吸気弁閉弁時の実エンジン回転速度NE、及びテーブル（スロットル弁開度TA、エンジン回転速度NE、及び吸入空気量との関係を規定したテーブル）を用いて、今回の吸気行程における吸気弁閉弁時の予測吸入空気量 KL_{fwd} を求める（予測する）ように構成されていてもよい。

【0071】

<目標空燃比設定手段A5>

目標空燃比設定手段は、内燃機関の運転状態であるエンジン回転速度NE、及び目標スロットル弁開度 TA_{t} 等に基いて目標空燃比 $AbyFref$ を決定する手段である。この目標空燃比 $AbyFref$ は、例えば、内燃機関の暖機終了後においては、特殊な場合を除き理論空燃比に設定されてよい。

【0072】

<噴射量決定手段A6>

図5に示した噴射量決定手段A6は、第1吸入空気モデルA3により算出された特定気筒の前回の吸気行程における吸気弁閉弁時の実吸入空気量 KL_{act} 、第2吸入空気モデルA4により算出された同特定気筒の今回の吸気行程における吸気弁閉弁時の予測吸入空気量 KL_{fwd} 、及び目標空燃比設定手段A5により決定された目標空燃比 $AbyFref$ 等に基いて、同特定気筒の今回の吸気行程に対する燃料噴射量 $f_i(k)$ を決定する手段である。この噴射量決定手段A6は、図6の破線で囲まれた範囲内に詳細を示したように、補正前予測必要燃料量算出手段A51と、実必要燃料量算出手段A52と、実吸入燃料量算出手段（燃料挙動順モデル）A53と、燃料フィードバック補正量算出手段A54と、正規予測必要燃料量算出手段A55と、燃料噴射量算出手段（燃料挙動逆モデル）A56とを備えている。以下、燃料噴射量決定手段A6が備える手段、及びモデルについて、個別に説明を加える。

【0073】

(補正前予測必要燃料量算出手段 A51)

補正前予測必要燃料量算出手段 A51は、第2吸入空気モデル A4により求められた前記特定気筒の今回の吸気行程における吸気弁閉弁時の予測吸入空気量 KL_{fwd} を、目標空燃比設定手段 A5により求められた目標空燃比 $AbyFref$ で除する ($KL_{fwd} / AbyFref$) ことにより、補正前予測必要燃料量 $Fcfwdb$ を求める手段である。即ち、この補正前予測必要燃料量 $Fcfwdb$ は、前記特定気筒の今回の吸気行程において吸入される混合気の空燃比を目標空燃比 $AbyFref$ とするために必要とすべき燃料の量である。

【0074】

(実必要燃料量算出手段 A52)

実必要燃料量算出手段 A52は、第1吸入空気モデル A3により求められた前記特定気筒の前回の吸気行程における吸気弁閉弁時の実吸入空気量 $KLact$ を、目標空燃比設定手段 A5により設定されていた目標空燃比 $AbyFref$ で除する ($KLact / AbyFref$) ことにより、同特定気筒の前回の吸気行程において空燃比を目標空燃比 $AbyFref$ とするために必要であった燃料量である実必要燃料量 $Fcact$ を求める手段である。

【0075】

(実吸入燃料量算出手段 (燃料拳動順モデル) A53)

実吸入燃料量算出手段 A53は、燃料拳動の順モデルを用い、特定気筒の前回の吸気行程に対して実際に噴射した燃料、即ち前回の燃料噴射量 $fi(k-1)$ の燃料のうち、吸気系に付着することなく同気筒に吸入された燃料の量、及び吸気系に付着していた燃料のうち同気筒の筒内に吸入された燃料の量を考慮して、同気筒の前回の吸気行程において同気筒の筒内に実際に吸入された燃料量である実吸入燃料量 $Fcest$ を求める手段である。

【0076】

ここで、燃料拳動順モデルについて説明すると、特定気筒の前々回の吸気行程後であって前回の吸気行程直前において、同気筒の吸気ポートに付着していたポート燃料付着量を $fwp(k-1)$ 、同気筒の吸気弁に付着していたバルブ燃料付着量を $fwv(k-1)$ 、吸気ポートへの燃料付着率を Rp 、吸気弁への燃料付着率を Rv 、吸気ボ

ポートへの燃料残留率をPp、吸気弁への燃料残留率をPvとするとき、同気筒の前回の吸気行程後であって今回の吸気行程直前において、同気筒の吸気ポートに実際に付着していたポート燃料付着量 $f_{wp}(k)$ 、及び同気筒の吸気弁に実際に付着していたバルブ燃料付着量 $f_{wv}(k)$ は、下記数3、及び下記数4により求められる。下記数3、及び下記数4が実燃料付着量算出手段に相当する。

【0077】

【数3】

$$f_{wp}(k) = Pp \cdot f_{wp}(k-1) + Rp \cdot f_i(k-1)$$

【0078】

【数4】

$$f_{wv}(k) = Pv \cdot f_{wv}(k-1) + Rv \cdot f_i(k-1)$$

【0079】

また、特定気筒の前回の吸気行程において、同気筒に実際に吸入された実吸入燃料量 F_{cest} は、下記数5により求められる。下記数5が、燃料挙動の順モデルを表した数式である。

【0080】

【数5】

$$F_{cest} = (1-Pp) \cdot f_{wp}(k-1) + (1-Pv) \cdot f_{wv}(k-1) + (1-Rp-Rv) \cdot f_i(k-1)$$

【0081】

なお、実吸入燃料量算出手段A53は、吸気ポートへの燃料付着率Rp、吸気弁への燃料付着率Rv、吸気ポートへの燃料残留率Pp、及び吸気弁への燃料残留率Pvを、前回の吸気行程での吸気弁閉弁時における実際の吸入空気量 $KLact$ （又は、同吸気弁閉時における実際のスロットル弁開度）、同吸気弁閉弁時の実際のエンジン回転速度NE（但し、実吸入空気量 $KLact$ 算出時のエンジン回転速度NEでも良い。）、及び同吸気弁閉時の実際の吸気弁開閉タイミングVT（但し、実吸入空気量 $KLact$ 算出時の吸気弁開閉タイミングVTを用いても良い。）等に基いて決定し、この決定した付着率、及び残留率と、上記数3～上記数5とに基いて、実吸入燃料量 F_{cest} を気筒毎に算出する。

【0082】

(燃料フィードバック補正量算出手段A54)

燃料フィードバック補正量算出手段A54は、特定気筒の前回の吸気行程における燃料の過不足分を表す「実必要燃料量Fcactと実吸入燃料量Fcestの差」、即ち、吸入燃料量誤差Fcerr(k)に基いて、燃料フィードバック補正量Ffb(k)を求める手段である。燃料フィードバック補正量算出手段A54は、本例においては、P I (比例・積分)コントローラであり、吸入燃料量誤差Fcerr(k)を下記数6により求めるとともに、燃料フィードバック補正量Ffb(k)を下記数7、及び下記数8により求める。下記数7、及び下記数8におけるSumFcerrは吸入燃料量誤差Fcerrの積分値である。係数Kp、及び係数Kiは、それぞれ比例定数、及び積分定数であって、前記P Iコントローラの設計段階にて一旦決定された後は変更される必要がない値である。

【0083】

【数6】

$$Fcerr(k) = Fcact - Fcest$$

【0084】

【数7】

$$Ffb(k) = Kp \cdot Fcerr(k) + Ki \cdot \text{SumFcerr}(k-1)$$

【0085】

【数8】

$$\text{SumFcerr}(k) = \text{SumFcerr}(k-1) + Fcerr(k)$$

【0086】

(正規予測必要燃料量算出手段A55)

正規予測必要燃料量算出手段A55は、上記のように求めた補正前予測必要燃料量Fcfdwdb(k)を燃料フィードバック補正量Ffb(k)により補正して、特定気筒の正規予測必要燃料量Fcfdwd(k)を求める手段である。具体的には、上記数1と同じ下記数9に示したように、補正前予測必要燃料量Fcfdwdb(k)に燃料フィードバック補正量Ffb(k)加えた値を正規予測必要燃料量Fcfdwd(k)として求める。

【0087】

【数9】

$$Fc_{fwd}(k) = Fc_{fdb}(k) + Ffb(k)$$

【0088】

(燃料噴射量算出手段 (燃料挙動逆モデル) A56)

燃料噴射量算出手段 A56は、燃料挙動の逆モデルを用い、噴射した燃料のうち吸気ポートや吸気弁の吸気系に付着することなく筒内に吸入される燃料の量、及び吸気系に付着していた燃料のうち筒内に吸入される燃料の量を考慮して、前記正規予測必要燃料量 $Fc_{fwd}(k)$ の燃料を燃料噴射気筒に供給するために必要とされる今回の燃料噴射量 $f_i(k)$ を算出する手段である。

【0089】

ここで、前記燃料挙動モデルの逆モデルについて説明すると、上記実吸入燃料量算出手段 (燃料挙動順モデル) A53により使用される上記式3、及び上記式4により既に求められている、特定気筒の前回の吸気行程後であって今回の吸気行程直前における同気筒の吸気ポートに実際に付着しているポート燃料付着量 $f_{wp}(k)$ 、及び同気筒の吸気弁に実際に付着しているバルブ燃料付着量 $f_{wv}(k)$ (実燃料付着量) を使用し、且つ、吸気ポートへの燃料付着率を Rpf 、吸気弁への燃料付着率を Rvf 、吸気ポートへの燃料残留率を Ppf 、吸気弁への燃料残留率を Pvf とするととき、同気筒の今回の吸気行程に対して燃料噴射量 $f_i(k)$ の燃料を噴射したと仮定した場合に同気筒に吸入される燃料量 Fin は、下記数10で表される。

【0090】

【数10】

$$Fin = (1 - Rpf - Rvf) \cdot f_i(k) + (1 - Ppf) \cdot f_{wp}(k) + (1 - Pvf) \cdot f_{wv}(k)$$

【0091】

従って、特定気筒の今回の吸気行程において正規予測必要燃料量 $Fc_{fwd}(k)$ が同特定気筒に吸入されるためには、上記燃料量 Fin を正規予測必要燃料量 $Fc_{fwd}(k)$ と等しいと置いて、燃料噴射量 $f_i(k)$ を求めればよく、計算結果は下記数11の通りとなる。この数11が、燃料挙動の逆モデルを数式化したものである。

【0092】

【数11】

$$f_i(k) = (Fc_{fwd}(k) - (1 - Ppf) \cdot f_{wp}(k) - (1 - Pvf) \cdot f_{wv}(k)) \div (1 - Rpf - Rvf)$$

【0093】

燃料噴射量算出手段A56は、予測吸入空気量 KL_{fwd} の算出に用いた吸気弁閉弁時の予測吸入空気量 KL_{fwd} （又は、同吸気弁閉時の予測スロットル弁開度 TA_{est} ）、吸気弁閉時の予測されるエンジン回転速度NE（但し、短時間内に変化する量が少ないとして予測吸入空気量 KL_{fwd} 算出時のエンジン回転速度NEを用いても良い。）、及び吸気弁閉時の予測される吸気弁開閉タイミングVT（但し、短時間内に変化する量が少ないとして予測吸入空気量 KL_{fwd} 算出時の吸気弁開閉タイミングV T を用いても良い。）等に基いて吸気ポートへの燃料付着率 R_{pf} 、吸気弁への燃料付着率 R_{vf} 、吸気ポートへの燃料残留率 P_{pf} 、及び吸気弁への燃料残留率 P_{vf} を求め、これらと上記数11とを用いて燃料噴射量 $f_i(k)$ を求める。

【0094】

ここで、上記噴射量決定手段A6の各手段の計算タイミングについて、特定気筒の各行程と計算タイミングとを図示した図10を参照しながら説明する。先ず、今回の吸気行程の吸気行程Aに対する燃料噴射Aの噴射量 $f_i(k)$ を決定する場合について考えると、前回の吸気行程Bに対する吸気弁閉弁時Bよりも後の時点であって今回の吸気行程Aに対する吸気弁閉弁時Aよりも前の時点（第3所定時点）にて、第1吸入空気モデルA3により実吸入空気量 KL_{act} が算出される。今回の吸気行程Aに対して燃料噴射Aにより燃料を供給する場合、第3所定時点は同燃料噴射Aの開始より前の時点であることが好ましい。

【0095】

次いで、前記第3所定時点より後の時点であって前記気筒の今回の吸気行程Aに対する吸気弁閉弁時Aよりも前の所定時点である第4所定時点にて、実必要燃料量算出手段A52により前記算出された実吸入空気量 KL_{act} に基づいて同気筒の前回の吸気行程Bにおいて同気筒に実際に必要とされていた燃料量である実必要燃料量 F_{act} が算出される。

【0096】

そして、今回の吸気行程Aに対する吸気弁閉弁時Aよりも前であって前回の吸気行程Bに対する燃料噴射量が確定した時点（例えば、前回の燃料噴射量 $f_i(k-1)$ 算出時点）よりも後の第5所定時点にて、同気筒の前回の吸気行程において同気

筒が実際に吸入した燃料量である実吸入燃料量 F_{cest} が同気筒の前回の吸気行程Bに対し実際に噴射された燃料噴射量（燃料噴射量） $f_i(k-1)$ に基いて算出される。

【0097】

この第4所定時点、及び第5所定時点より後の時点であって今回の吸気行程Aに対する吸気弁閉弁時Aより前の第6所定時点にて、燃料フィードバック補正量算出手段A54により、前記算出された実必要燃料量 F_{cact} と前記算出された実吸入燃料量 F_{cest} に基いて燃料フィードバック補正量 $F_{fb}(k)$ が算出される。

【0098】

一方、特定気筒の今回の吸気行程Aに対する吸気弁閉弁時Aより前の第1所定時点にて、予測吸入空気量算出手段A4により、同気筒の今回の吸気行程Aでの吸気弁閉弁時Aの吸入空気量である予測吸入空気量 KL_{fwd} が算出される。第1所定時点は、今回の吸気行程Aに対する吸気弁閉弁時Aより前の時点であれば、理論上、いつでもよいが、予測吸入空気量 KL_{fwd} の予測精度を高めるためには、できるだけ今回の吸気弁閉弁時Aに近い時点が好ましい。実際には、第1所定時点は、今回の噴射Aの開始時点の直前が好適である。

【0099】

また、第1所定時点より後の時点であって前記気筒の今回の吸気行程Aに対する吸気弁閉弁時Aより前の第2所定時点にて、補正前予測必要燃料量算出手段A51により、前記予測吸入空気量 KL_{fwd} に基いて同気筒の今回の吸気行程Aに対し同気筒に吸入されるべき仮の燃料量である補正前予測必要燃料量 $F_{cfwd}(k)$ が算出される。なお、第1所定時点、及び第2所定時点は、第3～第5所定時点より前の時点であってもよい。

【0100】

次いで、前記第2所定時点、及び前記第6所定時点より後の時点であって前記気筒の今回の吸気行程Aに対する吸気弁閉弁時Aより前の第7所定時点にて、正規予測必要燃料量算出手段A55により、前記算出された補正前予測必要燃料量 $F_{cfwd}(k)$ が前記算出された燃料フィードバック補正量 $F_{fb}(k)$ により補正され、同気筒の今回の吸気行程Aに対し同気筒に吸入されるべき正規の予測必要燃料量 F_c

$f_{wd}(k)$ が算出される。

【0101】

そして、前記第7所定時点より後の時点であって今回の吸気行程Aに対する吸気弁閉弁時Aより前の時点である第8所定時点にて前記気筒の今回の吸気行程に対して噴射すべき燃料噴射量 $f_i(k)$ が前記算出された正規予測必要燃料量 $Fcf_{wd}(k)$ に基いて算出され、同第8所定時点より後の時点であって今回の吸気行程Aに対する吸気弁閉弁時Aより前の時点である第9所定時点にて同燃料噴射量 $f_i(k)$ だけ燃料を噴射するように指示がなされ、これにより燃料噴射Aが実行される。以上の動作が、一つの気筒の任意の吸気行程と、同一つの気筒の同任意の吸気行程に続く次の吸気行程との間に行われる。

【0102】

次に、上述した第1吸入空気モデルA3、及び第2吸入空気モデルA4について詳細に説明する。図5に示したように、第1吸入空気モデルA3はモデルM2～M5を備えている。第2吸入空気モデルA4は、モデルM2～M5にそれぞれ対応する同一のモデルM20～M50を含んでいて、第1吸入空気モデルA3とは使用する（入力する）パラメータのみが異なる。従って、以下、第1吸入空気モデルA3を主として説明し、第2吸入空気モデルA4については第1吸入空気モデルA3との相違点についてのみ説明する。

【0103】

（スロットルモデルM2）

スロットルモデルM2は、スロットル弁43を通過した空気流量（スロットル通過空気流量） m_t を、エネルギー保存則、運動量保存則、質量保存則、及び状態方程式等の物理法則に基づいて得られた下記数12に基づいて推定するモデルである。下記数12において、 $C_t(\theta_t)$ はスロットル弁開度 $\theta_t (=TA)$ に応じて変化する流量係数、 $A_t(\theta_t)$ はスロットル弁開度 $\theta_t (=TA)$ に応じて変化するスロットル開口面積（吸気管41の開口面積）、 P_a はスロットル弁上流圧力（即ち、大気圧）、 P_m は吸気管圧力（吸気管内空気圧力）、 T_a は吸気温度（大気温度）、 T_m は吸気管内空気温度、 R は気体定数、及び κ は比熱比（以下、 κ を一定値として扱う。）である。

【0104】

【数12】

$$m_t = C_t(\theta_t) A_t(\theta_t) P_a \sqrt{\frac{\kappa+1}{2\kappa RT_a}} \sqrt{\left(\frac{\kappa}{\kappa+1}\right)^2 - \left(\frac{P_m}{P_a} - \frac{1}{\kappa+1}\right)^2}$$

【0105】

ここで、上記スロットルモデルM2を記述した上記数12の導出過程について説明する。いま、スロットル弁43の上流の開口断面積を A_u 、空気密度を ρ_u 、空気の流速を v_u とし、スロットル弁43による吸気管41の開口断面積を A_d 、そこでの空気密度を ρ_d 、スロットル弁43を通過する空気の流速を v_d とすると、スロットル通過空気流量 m_t は、下記数13で表される。数13は質量保存則を記述した式と言える。

【0106】

【数13】

$$m_t = A_d \cdot \rho_d \cdot v_d = A_u \cdot \rho_u \cdot v_u$$

【0107】

一方、運動エネルギーは、空気の質量を m とすると、スロットル弁43の上流で $m \cdot v_u^2 / 2$ であり、スロットル弁43を通過する場所で $m \cdot v_d^2 / 2$ である。他方、熱エネルギーは、スロットル弁43の上流で $m \cdot C_p \cdot T_u$ であり、スロットル弁43を通過する場所で $m \cdot C_p \cdot T_d$ である。従って、エネルギー保存則により、下記数14が得られる。なお、 T_u はスロットルバルブ上流の空気温度、 T_d はスロットルバルブ下流の空気温度、 C_p は定圧比熱である。

【0108】

【数14】

$$m \cdot v_u^2 / 2 + m \cdot C_p \cdot T_u = m \cdot v_d^2 / 2 + m \cdot C_p \cdot T_d$$

【0109】

ところで、状態方程式は下記数15、比熱比 κ は下記数16、マイヤーの関係は下記数17で示されるから、数15～数17より $C_p \cdot T$ は下記数18のように表される。なお、 P は気体の圧力、 ρ は気体の密度、 T は気体の温度、 R は気体定数、 C_v は定容比熱である。

【0110】

【数15】

$$P = \rho \cdot R \cdot T$$

【0111】

【数16】

$$\kappa = C_p / C_v$$

【0112】

【数17】

$$C_p = C_v + R$$

【0113】

【数18】

$$C_p \cdot T = \{\kappa / (\kappa - 1)\} \cdot (P / \rho)$$

【0114】

上記数18の関係を用いて上記エネルギー保存則に基づく数14を書換えると、下記数19が得られる。ここで、 P_u はスロットル弁43上流の空気圧力、 P_d はスロットル弁43の下流の空気圧力（即ち、吸気管圧力 P_m ）である。

【0115】

【数19】

$$v_u^2 / 2 + \{\kappa / (\kappa - 1)\} \cdot (P_u / \rho_u) = v_d^2 / 2 + \{\kappa / (\kappa - 1)\} \cdot (P_d / \rho_d)$$

【0116】

そして、スロットル弁43の無限上流を考えると、 $A_u = \infty$ 、 $v_u = 0$ であるから、エネルギー保存則に基づく上記数19は下記数20に書き換えられる。

【0117】

【数20】

$$\{\kappa / (\kappa - 1)\} \cdot (P_u / \rho_u) = v_d^2 / 2 + \{\kappa / (\kappa - 1)\} \cdot (P_d / \rho_d)$$

【0118】

次に、運動量について記述する。断面積 A_u の部分に加わる圧力を P_u 、断面積 A_d の部分に加わる圧力を P_d 、断面積 A_u の部分と断面積 A_d の部分との間をつなぐ固定された空間の平均圧力を P_{mean} とすると、下記数21が得られる。

【0119】

【数21】

$$\rho d \cdot vd^2 \cdot Ad - \rho u \cdot vu^2 \cdot Au = Pu \cdot Au - Pd \cdot Ad + Pmean \cdot (Ad - Au)$$

【0120】

上記数21で、 $Au = \infty$ 、 $vu = 0$ を考慮すると、下記数22が得られるので、同数22と上記数21とから下記数23の運動量に関する関係（運動量保存則に基づく関係）が得られる。

【0121】

【数22】

$$Pmean = Pu$$

【0122】

【数23】

$$\rho d \cdot vd^2 = Pu - Pd$$

【0123】

従って、上記数13、上記数20、及び数23から、下記数24が得られる。

【0124】

【数24】

$$mt = Ad \sqrt{Pu \cdot \rho u} \sqrt{\left(\frac{Pd}{Pu} + \frac{1}{2} \frac{\kappa - 1}{\kappa} \left(1 - \frac{Pd}{Pu} \right) \right) \left(1 - \frac{Pd}{Pu} \right)}$$

【0125】

上記数24において、 Pu はスロットル弁上流圧力 Pa であり、 Pd は吸気管圧力 Pm である。また、状態方程式から $\rho u = M / Vu = Pu / (R \cdot Tu)$ を上記数24に代入するとともに、開口断面積 Ad を開口面積 $A(\theta t)$ と置きなおし、更に流量係数を $Ct(\theta t)$ を加えて上記数24を整理すると、上記数12が得られる。

【0126】

次に、スロットルモデルM2におけるスロットル通過空気流量 mt の求め方を述べると、上記数12は下記数25及び下記数26により表され、 $k1$ を $Ct(\theta t) \cdot A t(\theta t) \cdot \{Pa / (R \cdot Ta)\}^{1/2}$ とおき、 mts を吸気弁閉弁時のスロットル通過空気流

量とするとき下記数25は下記数27に書き換えられる。

【0127】

【数25】

$$m_t = C_t(\theta t) \cdot A_t(\theta t) \cdot \{P_a / (R \cdot T_a)\}^{1/2} \cdot \Phi(P_m/P_a)$$

【0128】

【数26】

$$\Phi(P_m/P_a) = \sqrt{\frac{\kappa+1}{2\kappa}} \sqrt{\left(\frac{\kappa}{\kappa+1}\right)^2 - \left(\frac{P_m}{P_a} - \frac{1}{\kappa+1}\right)^2}$$

【0129】

【数27】

$$m_{ts} = k_1 \cdot \Phi(P_m/P_a)$$

【0130】

また、数27において、内燃機関10が定常状態にある場合（スロットル弁開一定のまま推移して吸気弁閉弁に至る場合）のスロットル通過空気流量を m_{tsTA} 、及びそのときの吸気管圧力を P_{mTA} とすると、下記数28が得られるので、数27及び数28から係数 k_1 を消去して下記数29を得ることができる。

【0131】

【数28】

$$m_{tsTA} = k_1 \cdot \Phi(P_{mTA}/P_a)$$

【0132】

【数29】

$$m_{ts} = \{m_{tsTA} / \Phi(P_{mTA}/P_a)\} \cdot \Phi(P_m/P_a)$$

【0133】

上記数29の右辺における値 m_{tsTA} は、スロットル弁開度TAが一定である定常運転状態での吸入空気流量（スロットル通過空気流量）に関する値であり、このような定常運転状態にあってはスロットル通過空気流量 m_t と筒内吸入空気流量 m_c とは等しくなる。そこで、スロットルモデルM2は、後述する吸気弁モデルM3で用いる経験則により得られた式（下記数30）を用いて現時点から演算周期△

T_t だけ前の時点の筒内吸入空気流量 m_c を求め、これを値 $m_{ts}TA$ とする。なお、この値 $m_{ts}TA$ (=筒内吸入空気流量 m_c) を求める際の各パラメータ (エンジン回転速度NE、及び吸気弁開閉タイミングVT) は、総べて現時点から演算周期 ΔT_t 前での実際の値を用いる。

【0134】

また、スロットルモデルM2は、スロットル弁開度TA、エンジン回転速度NE、及び吸気弁の開閉タイミングVTと、吸気管圧力 P_m との関係を規定するテーブルMAPPMをROM72内に記憶していて、現時点から演算周期 ΔT_t 前に検出された実際のスロットル弁開度 (実スロットル弁開度) $TA_{act}(k-1)$ 、現時点から演算周期 ΔT_t 前の実際のエンジン回転速度NE、及び現時点から演算周期 ΔT_t 前の実際の吸気弁の開閉タイミングVTと、前記テーブルMAPPMに基づいて上記数29の右辺における吸気管圧力 P_{mTA} (=MAPPM($TA_{act}(k-1)$, NE, VT)) を求める。

【0135】

更に、スロットルモデルM2は、値 P_m/Pa と値 Φ (P_m/Pa)との関係を規定するテーブルMAP Φ を記憶していて、前記吸気管圧力 P_{mTA} をスロットル弁上流圧力 Pa で除した値 (P_{mTA}/Pa) と、前記テーブルMAP Φ とから、上記数29の右辺における値 Φ (P_{mTA}/Pa) (=MAP Φ (P_{mTA}/Pa)) を求める。同様にして、スロットルモデルM2は、後述する吸気管モデルM4が既に求めている前回の吸気管圧力 $P_m(k-1)$ をスロットル弁上流圧力 Pa で除した値 ($P_m(k-1)/Pa$) と、前記テーブルMAP Φ とから、上記数29の右辺における値 Φ (P_m/Pa) (=MAP Φ ($P_m(k-1)/Pa$)) を求める。以上により、上記数29の右辺の各因数が求められるので、これらを掛け合わせることにより、スロットル通過空気流量 m_{ts} (= $m_t(k-1)$) が求められる。

【0136】

(吸気弁モデルM3)

吸気弁モデルM3は、吸気管圧力 P_m 、吸気管内温度 T_m 、及び吸気温度THA等から筒内吸入空気流量 m_c を推定するモデルである。吸気弁閉弁時の気筒内圧力は吸気弁32の上流の圧力、即ち吸気弁閉弁時の吸気管圧力 P_m とみなすことができるるので、筒内吸入空気流量 m_c は吸気弁閉弁時の吸気管圧力 P_m に比例する。そこで、吸気弁モデルM3は筒内吸入空気流量 m_c を、経験則に基づく下記数30にしたが

って求める。

【0137】

【数30】

$$mc = (THA/Tm) \cdot (c \cdot Pm - d)$$

【0138】

数30において、値cは比例係数、値dは筒内に残存していた既燃ガス量に対応する量である。吸気弁モデルM3は、エンジン回転速度NE、及び吸気弁の開閉タイミングVTと、比例係数c、及び既燃ガス量dとの関係をそれぞれ規定するテーブルMAPC、及びMAPDをROM72内に格納していて、現時点から演算周期 ΔTt 前の実際のエンジン回転速度NEと、現時点から演算周期 ΔTt 前の実際の吸気弁の開閉タイミングVTと、前記格納しているテーブルとから比例係数c (=MAPC(NE, VT))、及び既燃ガス量d (=MAPD(NE, VT)) を求める。また、吸気弁モデルM3は、演算時点にて、後述する吸気管モデルM4により既に推定されている直前(最新)の吸気弁閉弁時の吸気管圧力Pm (=Pm(k-1))と直前の吸気管内空気温度Tm (=Tm(k-1))とを上記数30に適用し、吸気弁閉弁時の筒内吸入空気流量mc (=mc(k-1))を推定する。

【0139】

(吸気管モデルM4)

吸気管モデルM4は、質量保存則とエネルギー保存則とにそれぞれ基づいた下記数31及び下記数32、スロットル通過空気流量mt、スロットル通過空気温度(即ち、吸入空気温度THA) Ta、及び吸気管から流出する空気流量mc(即ち、筒内吸入空気流量)から、吸気管圧力Pm、及び吸気管内空気温度Tmを求めるモデルである。なお、下記数31、及び下記数32において、Vmはスロットル弁43から吸気弁32までの吸気管41(以下、単に「吸気管部」と称呼する。)の容積である。

【0140】

【数31】

$$d(Pm/Tm) / dt = (R/Vm) \cdot (mt - mc)$$

【0141】

【数32】

$$dP_m/dt = \kappa \cdot (R/V_m) \cdot (m_t \cdot T_a - m_c \cdot T_m)$$

【0142】

吸気管モデルM4は、上記数31、及び上記数32の右辺におけるスロットル通過空気流量 m_t ($=m_t(k-1)$) をスロットルモデルM2から取得し、筒内吸入空気流量 m_c ($=m_c(k-1)$) を吸気弁モデルM3から取得する。そして、数31及び数32に基づく計算を行って最新の吸気管圧力 P_m ($=P_m(k)$)、及び吸気管内空気温度 T_m ($=T_m(k)$) を推定する。

【0143】

ここで、上記吸気管モデルM4を記述した数31及び数32の導出過程について説明する。いま、吸気管部の総空気量を M とすると、総空気量 M の時間的変化は、吸気管部に流入する空気量に相当するスロットル通過空気流量 m_t と同吸気管部から流出する空気量に相当する筒内吸入空気流量 m_c の差であるから、質量保存則に基づく下記数33が得られる。

【0144】

【数33】

$$dM/dt = m_t - m_c$$

【0145】

また、状態方程式は下記数34となるから、上記数33と下記数34とから総空気量 M を消去することにより、質量保存則に基づく上記数31が得られる。

【0146】

【数34】

$$P_m \cdot V_m = M \cdot R \cdot T_m$$

【0147】

次に、吸気管部に関するエネルギー保存則について検討すると、この場合、吸気管部の容積 V_m は変化せず、また、エネルギーの殆どが温度上昇に寄与する（運動エネルギーは無視し得る）と考えられる。従って、吸気管部の空気のエネルギー $M \cdot C_v \cdot T_m$ の時間的変化量は、同吸気管部に流入する空気のエネルギー $C_p \cdot m_t \cdot T_a$ と同吸気管部から流出する空気のエネルギー $C_p \cdot m_c \cdot T_m$ との差に等しいので、下記

数35が得られる。

【0148】

【数35】

$$d(M \cdot Cv \cdot Tm) / dt = Cp \cdot mt \cdot Ta - Cp \cdot mc \cdot Tm$$

【0149】

この数35を、上記数16 ($\kappa = Cp/Cv$) と、上記数34 ($Pm \cdot Vm = M \cdot R \cdot Tm$) とを用いて変形することにより、上記数32が得られる。

【0150】

(吸気弁モデルM5)

吸気弁モデルM5は、上記吸気弁モデルM3と同様のモデルを含んでいて、ここでは吸気管モデルM4が算出した最新の吸気管圧力 $Pm (= Pm(k))$ 、及び吸気管内空気温度 $Tm (= Tm(k))$ と、現時点のエンジン回転速度NEと、現時点の吸気弁の開閉タイミングVTと、前記マップMAPCと、前記マップMAPDと、上記経験則に基づく数30 ($mc = (THA/Tm) \cdot (c \cdot Pm - d)$) とを用いて最新の筒内吸入空気流量 mc ($= mc(k)$) を求める。そして、吸気弁モデルM5は、前記求めた筒内吸入空気流量 mc に、エンジン回転速度NEから算出された前回の吸気行程Bにおいて吸気弁32が開弁してから閉弁するまでの時間 $Tint$ を乗じることにより吸入空気量 $KLact$ を求める。なお、吸気弁モデルM5は、このような演算を各気筒毎に行うとともに、各気筒別に同各気筒の吸気弁閉弁時直後において求められた吸入空気量 $KLact$ を、同各気筒の実際の吸入空気量（実吸入空気量） $KLact0$ として噴射量決定手段A6に出力する。

【0151】

以上、説明したように、第1吸入空気モデルA3は、特定の気筒の前回の吸気行程Bでの吸気弁閉弁時Bより後の時点であって同気筒の今回の（次の）吸気行程Aに対する吸気弁閉弁時Aより前の第3所定時点（実際には、吸気行程Bに対する吸気弁閉弁直後の時点）にて同気筒の前回の吸気行程Bでの吸気弁閉弁時Bの実際の吸入空気量である実吸入空気量 $KLact$ を、運転状態量取得手段A2であるスロットルポジションセンサ64により取得された実際の運転状態量、即ち実スロットル弁開度 $TAact$ とモデルM2～M5からなる内燃機関の吸気系における

空気の挙動をモデル化した空気モデルとに基づいて算出する。

【0152】

＜第2吸入空気モデルA4＞

第2吸入空気モデル（第2空気モデル）A4は、内燃機関の吸気系における空気の挙動をモデル化した第1吸入空気モデルの空気モデルと同様なモデルであって、スロットルモデルM20、吸気弁モデルM30、吸気管モデルM40、及び吸気弁モデルM50を備えている。この第2吸入空気モデルA4は、今回の吸気行程Aの吸気弁閉弁時Aの吸入空気量KL_{fwd}を予測するため、第1吸入空気モデルA3が実スロットル弁開度TA_{act}を入力するのに対し、上述した電子制御スロットル弁モデルM1により推定される予測スロットル弁開度TA_{est}を入力する点で、同第1吸入空気モデルA3と異なる。

【0153】

（スロットルモデルM20）

スロットルモデルM20は、上記数29に基き、将来の（所定時間、例えば遅延時間TDだけ後の）時点におけるスロットル通過空気流量mtを予測する。この場合においても、上記数29の右辺のmts_{TA}は、筒内吸入空気流量mcと等しいと考えられるので、後述する吸気弁モデルM30で用いる上記数30により同値mts_{TA}を求める。なお、値mts_{TA}を求める際の各パラメータ（エンジン回転速度NE、及び吸気弁開閉タイミング）は、便宜上、現時点での値とする。

【0154】

また、スロットルモデルM20は、燃料噴射開始時期直前（BTDC 90° CA）から吸気弁閉弁時までの時間をエンジン回転速度NEから求め、この時間と略一致する遅延時間後の予測スロットル弁開度TA_{est}をRAM72から読み出し、それを予測スロットル弁開度TA_{est}(k-1)とする。そして、この予測スロットル弁開度TA_{est}(k-1)、現時点から演算周期ΔTtだけ前の実際のエンジン回転速度NE、及び現時点から演算周期ΔTt前の実際の吸気弁の開閉タイミングVTと、前記テーブルMAPP Mとに基いて上記数29の右辺における吸気管圧力P_m_{TA}（=MAPPM(TA_{est}(k-1),NE,VT)）を求める。

【0155】

更に、スロットルモデルM20は、前記吸気管圧力 P_{mTA} をスロットル弁上流圧力 Pa で除した値 (P_{mTA}/Pa) と、前記テーブルMAP Φ とから、上記数29の右辺における値 $\Phi(P_{mTA}/Pa)$ $(=MAP\Phi(P_{mTA}/Pa))$ を求める。同様にして、スロットルモデルM20は、後述する吸気管モデルM40が既に求めている前回の吸気管圧力 $P_m(k-1)$ をスロットル弁上流圧力 Pa で除した値 $(P_m(k-1)/Pa)$ と、前記テーブルMAP Φ とから、上記数29の右辺における値 $\Phi(P_m/Pa)$ $(=MAP\Phi(P_m(k-1)/Pa))$ を求める。以上により、上記数29の右辺の各因数が求められるので、これらを掛け合わせることにより、予測スロットル通過空気流量 mts $(=mt(k-1))$ が求められる。

【0156】

(吸気弁モデルM30)

吸気弁モデルM30は、筒内吸入空気流量 mc を上記経験則に基づく数30にしたがって求める。具体的には、比例係数 c を実際のエンジン回転速度 NE と、実際の吸気弁の開閉タイミング VT と、 $MAPC(NE, VT)$ とから求め、既燃ガス量 d を、実際のエンジン回転速度 NE と、実際の吸気弁の開閉タイミング VT と、 $MAPD(NE, VT)$ とから求める。また、吸気弁モデルM30は、演算時点にて、後述する吸気管モデルM40により既に推定されている最新の吸気管圧力 P_m $(=P_m(k-1))$ と最新の吸気管内空気温度 T_m $(=T_m(k-1))$ とを上記数30に適用し、筒内吸入空気流量 mc $(=mc(k-1))$ を推定する。

【0157】

(吸気管モデルM40)

吸気管モデルM40は、上記数31及び上記数32、スロットルモデルM20により求められたスロットル通過空気流量 mt 、実際のスロットル通過空気温度（即ち、吸入空気温度 THA ） Ta 、及び吸気弁モデルM30により求められた吸気管から流出する空気流量 mc （即ち、筒内吸入空気流量）から、吸気管圧力 P_m 、及び吸気管内空気温度 T_m を求める。

【0158】

(吸気弁モデルM50)

吸気弁モデルM50は、入力するパラメータが異なる点を除き、上記吸気弁モ

ルM30と同様のモデルであり、吸気管モデルM40が算出した最新の吸気管圧力 P_m ($= P_m(k)$)、及び吸気管内空気温度 T_m ($= T_m(k)$)と、上記経験則に基づく数30 ($m_c = (THA/T_m) \cdot (c \cdot P_m - d)$) を用いて筒内吸入空気流量 m_c ($= m_c(k)$) を求める。そして、吸気弁モデルM50は、前記求めた筒内吸入空気流量 m_c に、エンジン回転速度NEから算出される吸気行程に要する時間（吸気弁32が開弁してから閉弁するまでの時間） T_{int} を乗じることにより予測吸入空気量 KL_{fwd} を求める。吸気弁モデルM50は、このような演算を各気筒毎に所定時間の経過毎に行う。

【0159】

このように、第2空気モデルA4は、予測吸入空気量 KL_{fwd} を所定時間の経過毎に更新するが、燃料噴射開始時期直前 (BTDC 90° CA) から吸気弁閉弁時までの時間と略一致する遅延時間後の予測スロットル弁開度 TA_{est} に基いて予測吸入空気量 KL_{fwd} を計算すること、及び同燃料噴射開始時期直前の時点での予測吸入空気量 KL_{fwd} に基いて補正前予測必要燃料量 F_{cfwd} が計算されことから、同第2空気モデルA4は、ある気筒の吸気行程に対する吸気弁閉弁時の予測スロットル弁開度 TA_{est} に基いて、吸入空気量を実質的に予測する予測吸入空気量算出手段を構成していることになる。

【0160】

即ち、第2吸入空気モデルA4は、特定の気筒の今回の吸気行程Aに対する吸気弁閉弁時Aより前の第1所定時点（本例においては、同気筒の今回の吸気行程に対する燃料噴射開始 (BTDC 75° CA) 前の所定のタイミング、具体的にはBTDC 90° CA）にて同気筒の今回の吸気行程Aでの吸気弁閉弁時Aの吸入空気量である予測吸入空気量 KL_{fwd} を、運転状態量予測手段である電子制御スロットル弁モデルM1により予測された同第1所定時点より先の時点における運転状態量、即ち、今回の吸気行程Aの吸気弁閉弁時A近傍の時点の予測スロットル弁開度 TA_{est} とモデルM20～M50とに基づいて算出するのである。以上、図5及び図6に示した各モデル、及び各手段により、燃料噴射量 f_i が計算される。

【0161】

また、先に述べたように、第2吸入空気モデルA4は、第1吸入空気モデルA3が実スロットル弁開度 TA_{act} を入力するのに対し、予測スロットル弁開度 TA_{est}

を入力する点でのみ、同第1吸入空気モデルA3と異なる。従って、内燃機関10が所定時間以上継続して定常運転状態にあるときには、上記数2、並びに、図8及び図9から理解できるように、予測スロットル弁開度TAestは、実スロットル弁開度TAact（、及び目標スロットル弁開度TAt）と等しくなる。よって、第2吸入空気モデルA4により算出される予測吸入空気量KLfwdは第1吸入空気モデルA3により算出される実吸入空気量KLactと等しくなって、同予測吸入空気量KLfwdと目標空燃比AbyFrefとに基いて算出される補正前予測必要燃料量Fcfcwdも、同実吸入空気量KLactと同目標空燃比AbyFrefとに基いて算出される実必要燃料量Fcactと等しくなる。

【0162】

他方、内燃機関10が所定時間以上継続して定常運転状態にあるときには、正規予測必要燃料量Fcfcwdが燃料噴射量fi及び実吸入燃料量Fccestと等しくなり、且つ、PIコントローラの入力値である吸入燃料量誤差Fcerrが「0」となって実必要燃料量Fcactが実吸入燃料量Fccestと等しくなる。この結果、補正前予測必要燃料量Fcfcwdが正規予測必要燃料量Fcfcwdと等しくなることから燃料フィードバック補正量Ffbも「0」となる必要がある。よって、このとき、吸入燃料量誤差Fcerrの積分値SumFcerrも「0」となる。

【0163】

以上のことから、内燃機関10の運転状態が所定時間以上定常運転状態に維持される毎に、実必要燃料量Fcactと実吸入燃料量Fccestの差である吸入燃料量誤差Fcerrの積分値SumFcerrが「0」となることが保証されることになる。他方、前記積分値SumFcerrは燃料の過不足分の時間積分値に相当する値である。よって、内燃機関10の運転状態が定常運転状態から燃料の過不足分が発生し易い過渡運転状態に移行した後、再び定常運転状態に復帰する毎に、燃料の過不足分の時間積分値がゼロになることが保証されることになる。この結果、内燃機関10の運転状態が定常運転状態から一旦過渡運転状態に移行してから再び定常運転状態に復帰するまでの期間における平均的な空燃比（（同期間内の総吸入空気量）/（同期間内の総燃料（噴射）量））が前記目標空燃比AbyFrefと等しくなる。

【0164】

次に、電気制御装置70の実際の作動について、図11～図18に示したフローチャートを参照しながら説明する。

【0165】

(目標スロットル弁開度、及び推定スロットル弁開度の計算)

CPU71は、図11にフローチャートにより示したルーチンを演算周期 ΔT_t (ここでは、8 msec) の経過毎に実行することにより、上記電子制御スロットル弁ロジックA1、及び電子制御スロットル弁モデルM1の機能を達成する。具体的に述べると、CPU71は所定のタイミングにてステップ1100から処理を開始し、ステップ1105に進んで変数iに「0」を設定し、ステップ1110に進んで変数iが遅延回数ntdlyと等しいか否かを判定する。この遅延回数ntdlyは、遅延時間TDを演算周期 ΔT_t で除した値である。

【0166】

この時点で変数iは「0」であるから、CPU71はステップ1110にて「No」と判定し、ステップ1115に進んで暫定目標スロットル弁開度TAt(i)に暫定目標スロットル弁開度TAt(i+1)の値を格納するとともに、続くステップ1120にて予測スロットル弁開度TAest(i)に予測スロットル弁開度TAest(i+1)の値を格納する。以上の処理により、暫定目標スロットル弁開度TAt(0)に暫定目標スロットル弁開度TAt(1)の値が格納され、予測スロットル弁開度TAest(0)に予測スロットル弁開度TAest(1)の値が格納される。

【0167】

次いで、CPU71は、ステップ1125にて変数iの値を「1」だけ増大してステップ1110にもどる。そして変数iの値が今回の遅延回数ntdlyより小さければ、再びステップ1115～1125を実行する。即ち、ステップ1115～1125は、変数iの値が遅延回数ntdlyと等しくなるまで繰り返し実行される。これにより、暫定目標スロットル弁開度TAt(i+1)の値が暫定目標スロットル弁開度TAt(i)に順次シフトされ、予測スロットル弁開度TAest(i+1)の値が予測スロットル弁開度TAest(i)に順次シフトされて行く。

【0168】

前述のステップ1125が繰り返されることにより変数iの値が遅延回数ntdly

yと等しくなると、CPU71はステップ1110にて「Yes」と判定してステップ1130に進み、同ステップ1130にて現時点の実際のアクセル操作量Accpと、図7に示したテーブルとに基づいて今回の暫定目標スロットル弁開度TAaccを求め、これを暫定目標スロットル弁開度TAt(ntdly)に格納する。

【0169】

次に、CPU71はステップ1135に進み、同ステップ1135にて前回の予測（推定）スロットル弁開度TAest(ntdly)と、今回の暫定目標スロットル弁開度TAaccと、上記数2（の右辺）に基づくステップ1135内に記載した式とに応じて今回の予測スロットル弁開度TAest(ntdly)を算出する。そして、ステップ1140にて目標スロットル弁開度TAtに暫定目標スロットル弁開度TAt(0)の値を設定するとともに、予測スロットル弁開度TAestに最新の予測スロットル弁開度TAest(ntdly)を格納し、ステップ1195に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0170】

以上のように、目標スロットル弁開度TAtに関するメモリにおいては、本ルーチンが実行される毎にメモリの内容が一つずつシフトされて行き、暫定目標スロットル弁開度TAt(0)に格納された値が、電子制御スロットル弁ロジックA1によってスロットル弁アクチュエータ43aに出力される目標スロットル弁開度TAtとして設定される。即ち、今回の本ルーチンの実行により暫定目標スロットル弁開度TAt(ntdly)に格納された値は、今後において本ルーチンが遅延回数ntdlyだけ繰り返されたときにTAt(0)に格納され、目標スロットル弁開度TAtとなる。また、予測スロットル弁開度TAestに関するメモリにおいては、同メモリ内のTAest(m)に現時点から所定時間(m*ΔTt)経過後の予測スロットル弁開度TAestが格納されて行く。この場合の値mは、1～ntdlyの整数である。

【0171】

(予測吸入空気量KLfwdの計算)

CPU71は、所定の演算周期ΔTt (8 msec) の経過毎に図12に示した予測吸入空気量計算ルーチンを実行することで、第2吸入空気モデルA4（スロットルモデルM20、吸気弁モデルM30、吸気管モデルM40、及び吸気弁モデルM50）

の機能を達成するようになっている。具体的に説明すると、所定のタイミングになったとき、CPU71はステップ1200から処理を開始し、ステップ1205に進んで上記スロットルモデルM20（上記数29に基くステップ1205内に示した式）によりスロットル通過空気流量 $mt(k-1)$ を求めるため、図13のフローチャートに示したステップ1300に進む。なお、スロットル通過空気流量 mt の括弧内の変数が k ではなく $k-1$ となっているのは、このスロットル通過空気流量 $mt(k-1)$ が演算周期 ΔTt 前の各種値を用いて求められた値であることを意味していて、この変数 k 、 $k-1$ の意味は以下に述べる他の値についても同様である。

【0172】

ステップ1300に進んだCPU71は、ステップ1305に進んで上記数30の係数 c （= $c(k-1)$ ）を、上記テーブルMAPCと、現時点より演算周期 ΔTt 前のエンジン回転速度NE、及び現時点より演算周期 ΔTt 前の吸気弁の開閉タイミングVTとから求める。また、同様に値 d （= $d(k-1)$ ）を、上記テーブルMAPDと、現時点より演算周期 ΔTt 前のエンジン回転速度NE、及び現時点より演算周期 ΔTt 前の吸気弁の開閉タイミングVTとから求める。

【0173】

次いで、CPU71はステップ1310に進んで燃料噴射開始時期直前（BTDC 90° CA）から吸気弁閉弁時までの時間をエンジン回転速度NEから求め、この時間と略一致する遅延時間後の予測スロットル弁開度 TA_{est} をRAM73から読み出し、それを予測スロットル弁開度 $TA_{est}(k-1)$ とし、その予測スロットル弁開度 $TA_{est}(k-1)$ 、現時点より演算周期 ΔTt 前のエンジン回転速度NE、及び現時点より演算周期 ΔTt 前の吸気弁の開閉タイミングVTと、上記テーブルMAPPMと、から吸気管圧力 $PmTA$ を求め、ステップ1315に進んで上記数30に基づき、スロットル通過空気流量 $mtsTA$ を求める。なお、ステップ1315において用いるスロットル通過空気温度 Ta は吸入空気温度センサが検出する吸入空気温度 THA を用い、吸気管内空気温度 $Tm(k-1)$ は、前回の本ルーチン実行時における後述するステップ1215にて求められた値を用いる。

【0174】

次いで、CPU71はステップ1320に進み、同ステップ1320にて値 Φ

(P_{mTA}/Pa)を上記テーブルMAPΦと上記ステップ1310にて求めた吸気管圧力 P_{mTA} をスロットル弁上流圧力(大気圧センサ63が検出する大気圧)Paで除した値(P_{mTA}/Pa)とから求める。また、続くステップ1325にて、前回の本ルーチン実行時における後述するステップ1215にて求められた吸気管圧力 $P_m(k-1)$ をスロットル弁上流圧力Paで除した値($P_m(k-1)/Pa$)と、上記テーブルMAPΦとから値Φ(P_m/Pa)を求め、続くステップ1330にて上記ステップ1315, 1320、及びステップ1325にてそれぞれ求めた値と、スロットルモデルを表すステップ1330内に示した式とに基いてスロットル通過空気流量 $mt(k-1)$ を求め、ステップ1395を経由して図12のステップ1210に進む。

【0175】

CPU71は、ステップ1210にて上記吸気弁モデルM3を表す数30を用いて筒内吸入空気流量 $mc(k-1)$ を求める。このとき、係数c、及び値dとして、上記ステップ1305にて求めた値を使用する。また、吸気管圧力 $P_m(k-1)$ 、及び吸気管内空気温度 $T_m(k-1)$ は、前回の本ルーチン実行時における後述するステップ1215にて求められた値を用い、スロットル通過空気温度 Ta は吸入空気温度センサが検出する吸入空気温度THAを用いる。

【0176】

次に、CPU71はステップ1215に進み、上記吸気管モデルM4を表す数31、及び数32を離散化したステップ1215に示した式(差分方程式)と、上記ステップ1205、及びステップ1210にてそれぞれ求めたスロットル通過空気流量 $mt(k-1)$ 、及び $mc(k-1)$ とに基いて、今回の吸気管圧力 $P_m(k)$ と、同吸気管圧力 $P_m(k)$ を今回の吸気管内空気温度 $T_m(k)$ にて除した値 $\{P_m/T_m\}(k)$ とを求める。なお、 Δt は吸気管モデルM40で使用される離散間隔を示し、計算時間を ΔTt (=8 msec)、前回(k-1)の燃料噴射開始時期から吸気弁閉弁時までの時間を t_0 、今回(k)の燃料噴射開始時期から吸気弁閉弁時までの時間を t_1 とするとき、 $\Delta t = \Delta Tt + (t_1 - t_0)$ で表される時間である。

【0177】

次いで、CPU71はステップ1220に進み、同ステップ1220に示した上記吸気弁モデルM50を表す式に基いて今回の筒内吸入空気流量 $mc(k)$ を求める

。具体的に述べると、CPU71はステップ1220に進んだとき、図14に示したステップ1400に進み、次のステップ1405にて係数c(k)をエンジン回転速度NEと吸気弁の開閉タイミングVTとMAPCとにより求め ($c(k) = MAPC(NE, VT)$) 、続くステップ1410にて値d(k)をエンジン回転速度NEと吸気弁の開閉タイミングVTとMAPDとにより求める ($d(k) = MAPD(NE, VT)$)。このときのエンジン回転速度NE、及び吸気弁の開閉タイミングVTは、現時点での値を用いる。そして、CPU71は、ステップ1415に進んで、上記ステップ1215にて求められた今回の吸気管圧力Pm(k)、及び同ステップ1215にて求められた今回の吸気管内空気温度Tm(k)、ステップ1405にて求められた係数c(K)、及びステップ1410にて求められた値d(k)を用いて、今回の筒内吸入空気流量mc(k)を算出し、ステップ1495を経由して図12のステップ1225に進む。

【0178】

CPU71はステップ1225にて、現時点でのエンジン回転速度NEと、インテークカムシャフトのカムプロフィールで決定されている吸気弁開弁角とから吸気弁開弁時間（吸気弁が開弁してから閉弁するまでの時間）Tintを計算し、続くステップ1230にて上記今回の筒内吸入空気流量mc(k)に吸気弁開弁時間Tintを乗じて予測吸入空気量KLfwdを算出し、ステップ1295に進んで本ルーチンを一旦終了する。以上により、予測吸入空気量KLfwdが求められる。

【0179】

(実吸入空気量KLact)

CPU71は、所定の演算周期 ΔT_t (8 msec) の経過毎に図15に示した実吸入空気量計算ルーチンを実行することで、第1吸入空気モデルA3（スロットルモデルM2、吸気弁モデルM3、吸気管モデルM4、及び吸気弁モデルM5）の機能を達成するようになっている。このルーチンは、先に説明した図12の予測吸入空気量計算ルーチンと同様な処理を行って、実吸入空気量KLactを求める。その際、CPU71は、図13、及び図14に示したルーチンとそれぞれ同様な処理を行うための図16、及び図17に示したルーチンを実行する。なお、スロットル通過空気流量等の各量を図12～図14の各量と区別するため、同各量の名称末尾に文字「a」を追加している。

【0180】

図15～図17に示したルーチンと、図12～図14に示したルーチンとの主たる相違点を簡単に説明すると、CPU71はステップ1505にて上記スロットルモデルM2（上記数29に基くステップ1505内に示した式）によりスロットル通過空気流量 $m_{ta}(k-1)$ を求める。

【0181】

このとき、CPU71は図16に示したルーチンを実行し、ステップ1605にて上記数30の係数 c （= $ca(k-1)$ ）を、上記テーブルMAPCと、現時点より演算周期 ΔTt 前のエンジン回転速度NE、及び現時点より演算周期 ΔTt 前の吸気弁の開閉タイミングVTとから求める。また、同様に値 d （= $da(k-1)$ ）を、上記テーブルMAPDと、現時点より演算周期 ΔTt 前のエンジン回転速度NE、及び現時点より演算周期 ΔTt 前の吸気弁の開閉タイミングVTとから求める。

【0182】

次いで、CPU71はステップ1610に進んで吸気管圧力 P_{mTAa} を上記テーブルMAPPMと、現時点から演算周期 ΔTt 前に検出された実スロットル弁開度 $TA_{act}(k-1)$ 、現時点より演算周期 ΔTt 前のエンジン回転速度NE、及び現時点より演算周期 ΔTt 前の吸気弁の開閉タイミングVTとから求め、ステップ1615に進んで上記数30に基き、スロットル通過空気流量 m_{tsTAa} を求める。なお、ステップ1615において用いるスロットル通過空気温度 Ta は吸入空気温度センサが検出する吸入空気温度 THA を用い、吸気管内空気温度 $T_{ma}(k-1)$ は、前回の本ルーチン実行時における後述するステップ1515にて求められた値を用いる。

【0183】

次いで、CPU71はステップ1620に進み、同ステップ1620にて値 Φ （ P_{mTAa}/Pa ）を上記吸気管圧力 P_{mTAa} をスロットル弁上流圧力 Pa で除した値（ P_{mTAa}/Pa ）と上記MAP Φ とから求める。また、続くステップ1625にて、前回の本ルーチン実行時における後述するステップ1515にて求められた吸気管圧力 $P_{ma}(k-1)$ をスロットル弁上流圧力 Pa で除した値（ $P_{ma}(k-1)/Pa$ ）と、上記テーブルMAP Φ とから値 Φ （ P_{ma}/Pa ）を求め、続くステップ1630にて上記ステップ1615、1620、及びステップ1625にてそれぞれ求めた値と、スロットルモデル

を表すステップ1630内に示した式とに基いてスロットル通過空気流量 $m_{ta}(k-1)$ を求め、ステップ1695を経由して図15のステップ1510に進む。

【0184】

CPU71は、ステップ1510にて上記吸気弁モデルM30を表す数30を用いて筒内吸入空気流量 $m_{ca}(k-1)$ を求める。このとき、係数 ca 、及び値 da として、上記ステップ1605にて求めた値を使用する。また、吸気管圧力 $P_{ma}(k-1)$ 、及び吸気管内空気温度 $T_{ma}(k-1)$ は前回の本ルーチン実行時における後述するステップ1515にて求められた値を用い、スロットル通過空気温度 Ta は吸入空気温度センサが検出する吸入空気温度THAを用いる。

【0185】

次に、CPU71はステップ1515に進み、スロットル通過空気流量 $m_{ta}(k-1)$ 、及び筒内吸入空気流量 $m_{ca}(k-1)$ とに基いて、今回の吸気管圧力 $P_{ma}(k)$ と、同吸気管圧力 $P_{ma}(k)$ を今回の吸気管内空気温度 $T_{ma}(k)$ にて除した値 $\{P_{ma}/T_{ma}\}(k)$ とを求める。次いで、CPU71はステップ1520に進み、同ステップ1520に示した上記吸気弁モデルM50を表す式に基いて今回の筒内吸入空気流量 $m_{ca}(k)$ を求める。この場合、CPU71は、図17に示したステップ1705にて係数 $ca(k)$ をエンジン回転速度NEと吸気弁の開閉タイミングVTとMAPCとにより求め $(ca(k)=MAPC(NE, VT))$ 、続くステップ1710にて値 $da(k)$ をエンジン回転速度NEと吸気弁の開閉タイミングVTとMAPDとにより求める $(da(k)=MAPD(NE, VT))$ 。ここで使用するエンジン回転速度NE、及び吸気弁の開閉タイミングVTは、現時点での値を用いる。そして、CPU71は、ステップ1715に進んで、今回の吸気管圧力 $P_{ma}(k)$ 、今回の吸気管内空気温度 $T_{ma}(k)$ 、係数 $ca(k)$ 、及び値 $da(k)$ を用いて、今回の筒内吸入空気流量 $m_{ca}(k)$ を算出し、ステップ1795を経由して図15のステップ1525に進む。

【0186】

CPU71はステップ1525にて、現時点でのエンジン回転速度NEと、インテークカムシャフトのカムプロフィールで決定されている吸気弁開弁角とから吸気弁開弁時間 T_{int} を計算し、続くステップ1530にて上記今回の筒内吸入空気流量 $m_{ca}(k)$ に吸気弁開弁時間 T_{int} を乗じて実吸入空気量 $KLact$ を算出する。次い

で、CPU71はステップ1535に進み、現時点が吸気弁が開弁状態から閉弁状態に変化した直後であるか否かを判定し、直後であればステップ1540にて実吸入空気量KLactを吸気弁閉弁時の実吸入空気量KLact0として格納し、ステップ1595に進んで本ルーチンを一旦終了する。また、CPU71は、ステップ1535にて「No」と判定されるとき、直接ステップ1595に進んで本ルーチンを一旦終了する。以上により、実スロットル弁開度TAactに基いて吸気弁閉弁時の実吸入空気量KLact0が求められる。なお、実吸入空気量KLact0は、各気筒毎に求められ、各気筒に対応付けられた状態でRAM73に格納される。

【0187】

(噴射実行ルーチン)

次に、電気制御装置70が、実際に噴射を行うために実行するルーチンについて、同ルーチンをフローチャートにより示した図18を参照して説明すると、CPU71は各気筒のクランク角度がBTDC90°CAになると、各気筒毎に同図18に示したルーチンを実行するようになっている。

【0188】

従って、特定の（任意の）気筒のクランク角度がBTDC90°CAになると、CPU71はステップ1800から処理を開始し、続くステップ1805にて予測吸入空気量KLfwdを目標空燃比AbyFrefで除することにより（ $Fcfwdb = KLfwd / AbyFref$ ）補正前予測必要燃料量Fcfwdb(k)を求める。

【0189】

次に、CPU71は、ステップ1810にて、同ステップ1810にて前記特定気筒の前回の吸気行程における吸気弁閉弁時の実吸入空気量KLact0をRAM73から読み出し、同実吸入空気量KLact0を目標空燃比設定手段A5により求められた目標空燃比AbyFrefで除する（ $KLact0 / AbyFref$ ）ことにより、同特定気筒の前回の吸気行程において空燃比を目標空燃比AbyFrefとするために必要であった燃料量である実必要燃料量Fcactを求める。

【0190】

次いで、CPU71はステップ1815に進み、前記特定気筒の前回の吸気行程における吸気弁閉弁時の実スロットル弁開度TAact、同吸気弁閉弁時の実際の

エンジン回転速度NE、及び同吸気弁閉弁時の実際の吸気弁32の開閉タイミングVTに基いて吸気ポートへの燃料付着率Rp、吸気弁への燃料付着率Rv、吸気ポートへの燃料残留率Pp、及び吸気弁への燃料残留率Pvを求めるとともに、前回の吸気行程（特定の気筒の任意の吸気行程）に対し実際に噴射された燃料噴射量 $f_i(k-1)$ 、同気筒の前々回の吸気行程（同任意の吸気行程の一回前の吸気行程）後であって前回の吸気行程前（同任意の吸気行程前）における実際のポート燃料付着量（実ポート燃料付着量） $f_{wp}(k-1)$ 、実際のバルブ燃料付着量（実バルブ燃料付着量） $f_{vv}(k-1)$ 、及び、上記数5（の右辺）に相当する同ステップ中に記載した式に基いて同気筒の前回の吸気行程における実吸入燃料量 F_{cest} を算出する。

【0191】

次に、CPU71はステップ1820に進み、同ステップ中に記載した上記数3、及び上記数4に相当する式に従って、ステップ1815にて使用した燃料噴射量 $f_i(k-1)$ 、実ポート燃料付着量 $f_{wp}(k-1)$ 、実バルブ燃料付着量 $f_{vv}(k-1)$ 、並びに、燃料付着率Rp、吸気弁への燃料付着率Rv、吸気ポートへの燃料残留率Pp、及び吸気弁への燃料残留率Pvに基いて、前記特定気筒の前回の吸気行程（同任意の吸気行程）後であって今回の吸気行程（同任意の吸気行程の次の（一回後の）吸気行程）前における実ポート燃料付着量 $f_{wp}(k)$ 、及び実バルブ燃料付着量 $f_{vv}(k)$ を算出する。

【0192】

次いで、CPU71はステップ1825に進んで、ステップ1810にて算出した前回の吸気行程に対する実必要燃料量 F_{cact} からステップ1815にて算出した実吸入燃料量 F_{cest} を減することにより、前回の吸気行程における燃料量の過不足分を表す吸入燃料量誤差 $F_{cerr}(k)$ を求め（上記数6を参照。）、続くステップ1830にて同ステップ内に記載した式に基いて燃料フィードバック補正量 $F_{fb}(k)$ を求める（上記数7を参照）。なお、同ステップ内に記載した式において、 $\text{Sum}F_{cerr}$ は上記数8に基いて求められる吸入燃料量誤差 F_{cerr} の積分値であり、後述するステップ1850にて算出される。係数 K_p 、及び係数 K_i は、それぞれ予め設定されている比例定数、及び積分定数である。即ち、ステップ1850は燃料フィードバック補正量 F_{fb} を求めるためのフィードバックコントローラ（比

例・積分制御器)の一部を構成している。

【0193】

次に、CPU71はステップ1835に進み、今回の吸気行程に対する正規の予測必要燃料量(正規予測必要燃料量) $F_{cfwd}(k)$ を、前記ステップ1805にて求めた補正前予測必要燃料量 $F_{cfwdb}(k)$ をステップ1830にて求めた燃料フィードバック補正量 $F_{fb}(k)$ で補正して(補正前予測必要燃料量 $F_{cfwdb}(k)$ に燃料フィードバック補正量 $F_{fb}(k)$ を加えて)求める。

【0194】

次いで、CPU71はステップ1840に進み、前記特定気筒の今回の吸気行程における吸気弁閉弁時の予測スロットル弁開度 TA_{est} 、実際のエンジン回転速度NE、及び実際の吸気弁の開閉タイミングVTとに基いて吸気ポートへの燃料付着率 R_{pf} 、吸気弁への燃料付着率 R_{vf} 、吸気ポートへの燃料残留率 P_{pf} 、及び吸気弁への燃料残留率 P_{vf} を求めるとともに、ステップ1820にて算出した同特定気筒の前回の吸気行程後であって今回の吸気行程前における実ポート燃料付着量 $f_{wp}(k)$ 及び実バルブ燃料付着量 $f_{wv}(k)$ と、上記数11の右辺(ステップ1840中に記載した式)で表される燃料拳動の逆モデルとにしたがって燃料噴射量 $f_i(k)$ を求める。

【0195】

次に、CPU71はステップ1845に進んで、前記特定気筒のインジェクタ39に対して前記燃料噴射量 $f_i(k)$ の燃料の噴射を指示する。これにより、燃料噴射量 $f_i(k)$ に応じた量の燃料が前記特定気筒のインジェクタ39から噴射される。その後、CPU71はステップ1850に進み、次回の本ルーチンの演算のために吸入燃料量誤差 F_{cerr} を積分して誤差積分値 $SumF_{cerr}$ を更新し、ステップ1895にて本ルーチンを一旦終了する。

【0196】

以上、説明したように、本発明による内燃機関の燃料噴射量制御装置の上記実施形態によれば、前回の吸気行程に対する実必要燃料量と実吸入燃料量とが求められ、これらの差に基いて同前回の吸気行程に対する燃料量の過不足が算出され、同過不足分が今回以降の予測必要燃料量に反映されて補償されて行く。この結

果、運転状態量予測手段による予測運転状態量（予測スロットル弁開度、従って、予測吸入空気量）が実際のスロットル弁開度（従って、実際の吸入空気量）と異なることに基く供給燃料量の過不足が直ちに補償されるので、空燃比を略一定に維持することができた。

【0197】

また、上記実施形態によれば、燃料フィードバック補正量で補正された後の正規予測必要燃料量に基いて燃料噴射量が算出される。従って、内燃機関の運転状態に拘わらず、前記燃料フィードバック補正量が確実に反映された所望の前記正規予測必要燃料量の燃料が正確に燃料噴射気筒内に吸入され得る。この結果、前記燃料フィードバック補正量を算出するためのフィードバックコントローラ（P Iコントローラ）が使用する比例ゲイン等のフィードバック制御定数を時々刻々と変化する内燃機関の運転状態に応じて変更する必要がないので、フィードバックコントローラを簡易な構成とすることができた。

【0198】

また、上記実施形態によれば、内燃機関の運転状態が定常運転状態にあるとき、予測吸入空気量と実吸入空気量とが等しくなる。従って、内燃機関の運転状態が所定時間以上定常運転状態に維持される毎に、P Iコントローラが使用する吸入燃料量誤差の時間積分値がゼロになることが保証される。そうすると、吸入燃料量誤差の時間積分値は燃料の過不足分の時間積分値に相当する値であるから、内燃機関の運転状態が定常運転状態から燃料の過不足分が発生し易い過渡運転状態に移行した後、再び定常運転状態に復帰する毎に、燃料の過不足分の時間積分値がゼロになることが保証され、この結果、内燃機関の運転状態が定常運転状態から一旦過渡運転状態に移行してから再び定常運転状態に復帰するまでの期間における平均的な空燃比を所定の目標空燃比と等しくすることができる。よって、三元触媒の酸素吸蔵量が適切な量に維持され得、その結果、同三元触媒の酸素吸蔵・放出機能が低下しないことから、排気ガスのエミッションの排出量が増大することを防止できた。

【0199】

本発明は上記実施形態に限定されることはなく、本発明の範囲内において種々

の変形例を採用することができる。例えば、上記実施形態において、内燃機関が定常運転状態にあるとき、今回の吸気行程における吸入空気量がエアフローメータ61の出力に実質的に基いて決定されるように構成されることが好適である。

【0200】

また、上記実施形態においては、内燃機関の各気筒の吸気行程毎に、且つ、各気筒毎（特定気筒毎）に、図5及び図6に示した各モデル、及び各手段により燃料噴射量が計算されているが、内燃機関の各気筒の吸気行程毎に、気筒の区別をすることなく順次移動していく不特定の燃料噴射気筒に対して、図5及び図6に示した各モデル、及び各手段により燃料噴射量を計算していくように構成してもよい。

【0201】

また、上記実施形態においては、燃料噴射量算出手段（燃料拳動モデルの逆モデル）は、実燃料付着量算出手段（燃料拳動モデルの順モデル）により算出された前回の吸気行程後であって今回の吸気行程前における実燃料付着量に基いて燃料付着量を算出しているが、燃料噴射量算出手段は、前記実燃料付着量算出手段とは別に予測燃料付着量算出手段を備え、同予測燃料付着量算出手段により算出された前回の吸気行程後であって今回の吸気行程前における予測燃料付着量に基いて燃料付着量を算出するように構成されてもよい。

【0202】

即ち、燃料噴射量算出手段は、前記燃料拳動モデルの逆モデルに基いて、今回の吸気行程に対し噴射されるべき燃料噴射量の燃料のうち同今回の吸気行程において吸入される燃料量と予測燃料付着量算出手段により算出された前回の吸気行程後であって同今回の吸気行程前における予測燃料付着量の燃料のうち同今回の吸気行程において吸入される燃料量との和が前記算出された正規予測必要燃料量と等しくなるように同燃料噴射量を算出するように構成されてもよい。この場合、予測燃料付着量算出手段は、前記燃料拳動モデルにて使用する付着率と残留率を前回の吸気行程に対する予測吸入空気量（即ち、前回の吸気行程に対する吸気弁閉弁時より前の時点で同前回の吸気行程に対する吸気弁閉弁時の吸入空気量として前記予測吸入空気量算出手段が算出した吸入空気量）に基いて決定し、同決

定した付着率と残留率を使用した同燃料挙動モデルと、前々回の吸気行程後であって同前回の吸気行程前における予測燃料付着量と、同前回の吸気行程に対する実際の燃料噴射量とに基いて、同前回の吸気行程後であって今回の吸気行程前における前記予測燃料付着量を算出するように構成すればよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による燃料噴射量制御装置（燃料噴射量制御装置）を火花点火式多気筒内燃機関に適用したシステムの概略構成図である。

【図2】 図1に示したエアフローメータの概略斜視図である。

【図3】 図2に示したエアフローメータの熱線計量部の拡大斜視図である。

【図4】 図1に示したC P Uが参照するエアフローメータの出力と吸入空気量（吸入空気流量）との関係を規定したテーブルを表した図である。

【図5】 スロットル弁開度を制御するとともに燃料噴射量を決定するための各種ロジック、及び各種モデルの機能ブロック図である。

【図6】 図5に示した噴射量決定手段の詳細を示した機能ブロック図である。

【図7】 図1に示したC P Uが参照するアクセルペダル操作量と暫定目標スロットル弁開度との関係を規定したテーブルを示した図である。

【図8】 暫定目標スロットル弁開度、目標スロットル弁開度、及び予測スロットル弁開度の変化を示したタイムチャートである。

【図9】 予測スロットル弁開度を算出する際に用いる関数を示したグラフである。

【図10】 図6に示した噴射量決定手段が備える各機能ブロックによる計算タイミングを示した図である。

【図11】 図1に示したC P Uが実行する目標スロットル弁開度、及び予測スロットル弁開度を演算するためのプログラムを示したフローチャートである。

【図12】 図1に示したC P Uが実行する予測吸入空気量を算出するためのプログラムを示したフローチャートである。

【図13】 図1に示したC P Uが実行する予測スロットル通過空気流量を算出するためのプログラムを示したフローチャートである。

【図14】 図1に示したC P Uが実行する予測筒内吸入空気流量を算出するた

めのプログラムを示したフローチャートである。

【図15】 図1に示したC P Uが実行する実吸入空気量を算出するためのプログラムを示したフローチャートである。

【図16】 図1に示したC P Uが実行する実スロットル通過空気流量を算出するためのプログラムを示したフローチャートである。

【図17】 図1に示したC P Uが実行する実筒内吸入空気流量を算出するためのプログラムを示したフローチャートである。

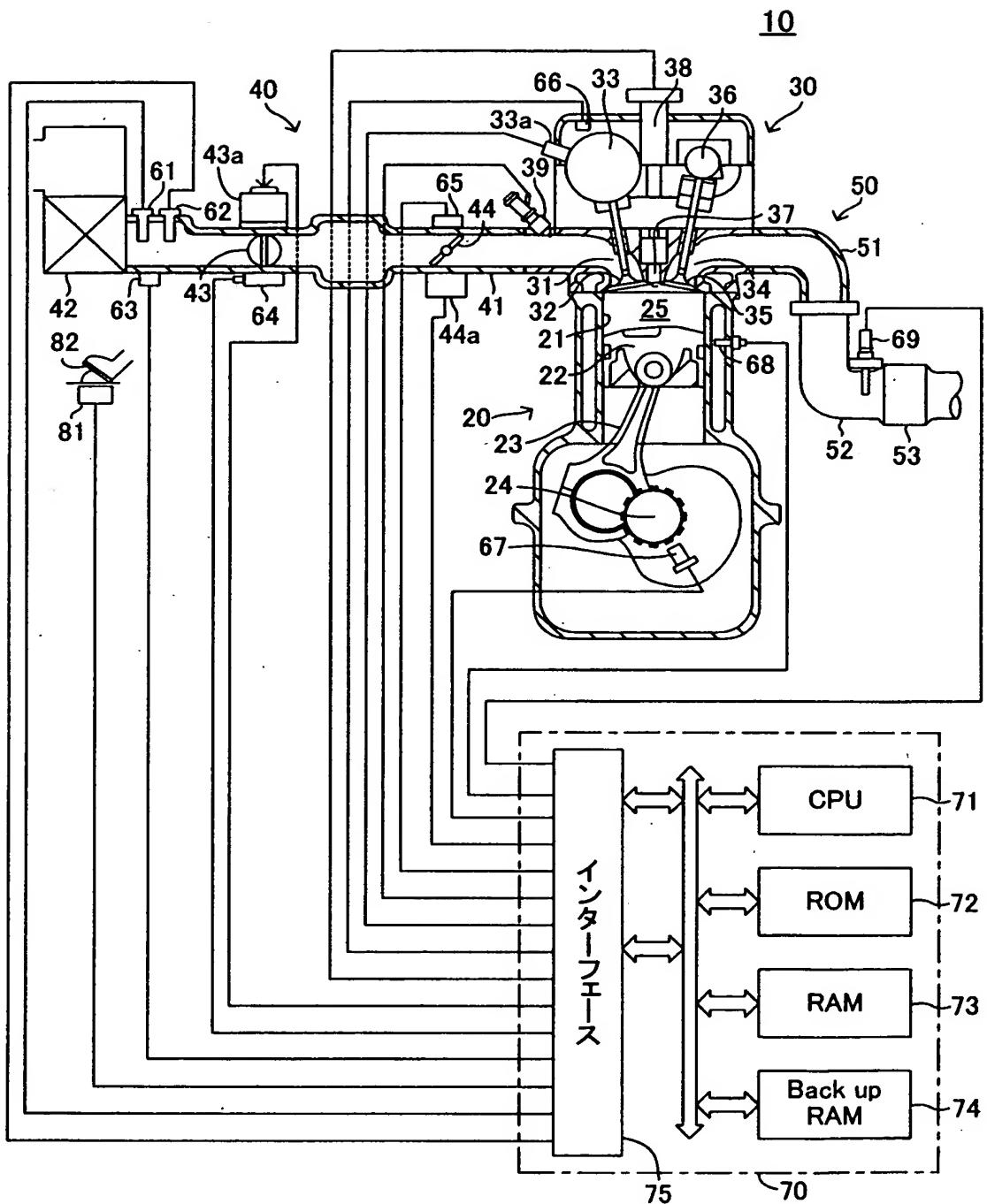
【図18】 図1に示したC P Uが実行する燃料噴射実行（燃料噴射量計算）のためのプログラムを示したフローチャートである。

【符号の説明】

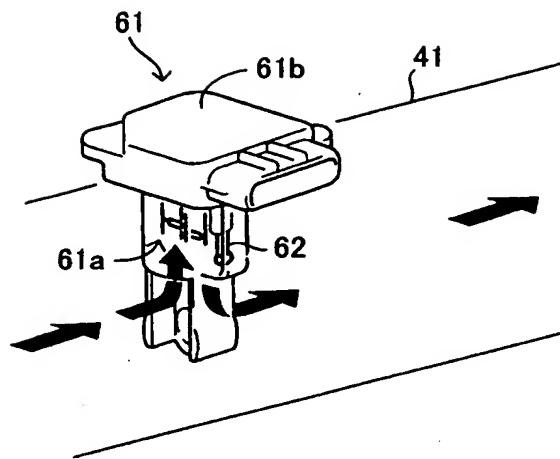
1 0 …火花点火式多気筒内燃機関、 2 0 …シリンダブロック部（エンジン本体部）、 2 5 …燃焼室、 3 1 …吸気ポート、 3 2 …吸気弁、 3 9 …インジェクタ、 4 1 …吸気管、 4 3 …スロットル弁、 4 3 a …スロットル弁アクチュエータ、 7 0 …電気制御装置、 7 1 …C P U

【書類名】 図面

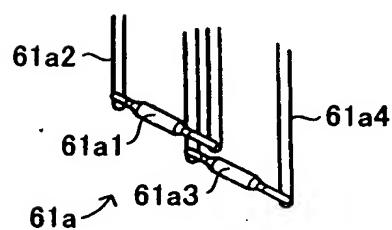
【図1】



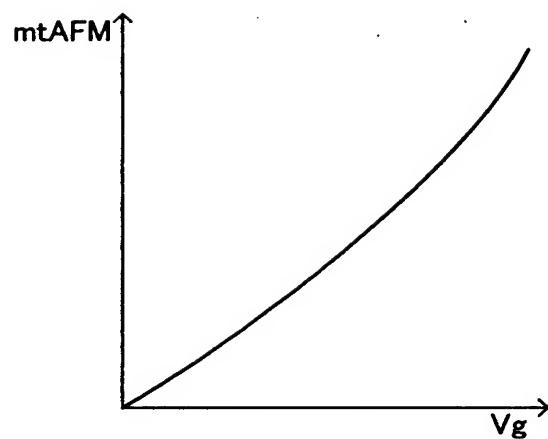
【図2】



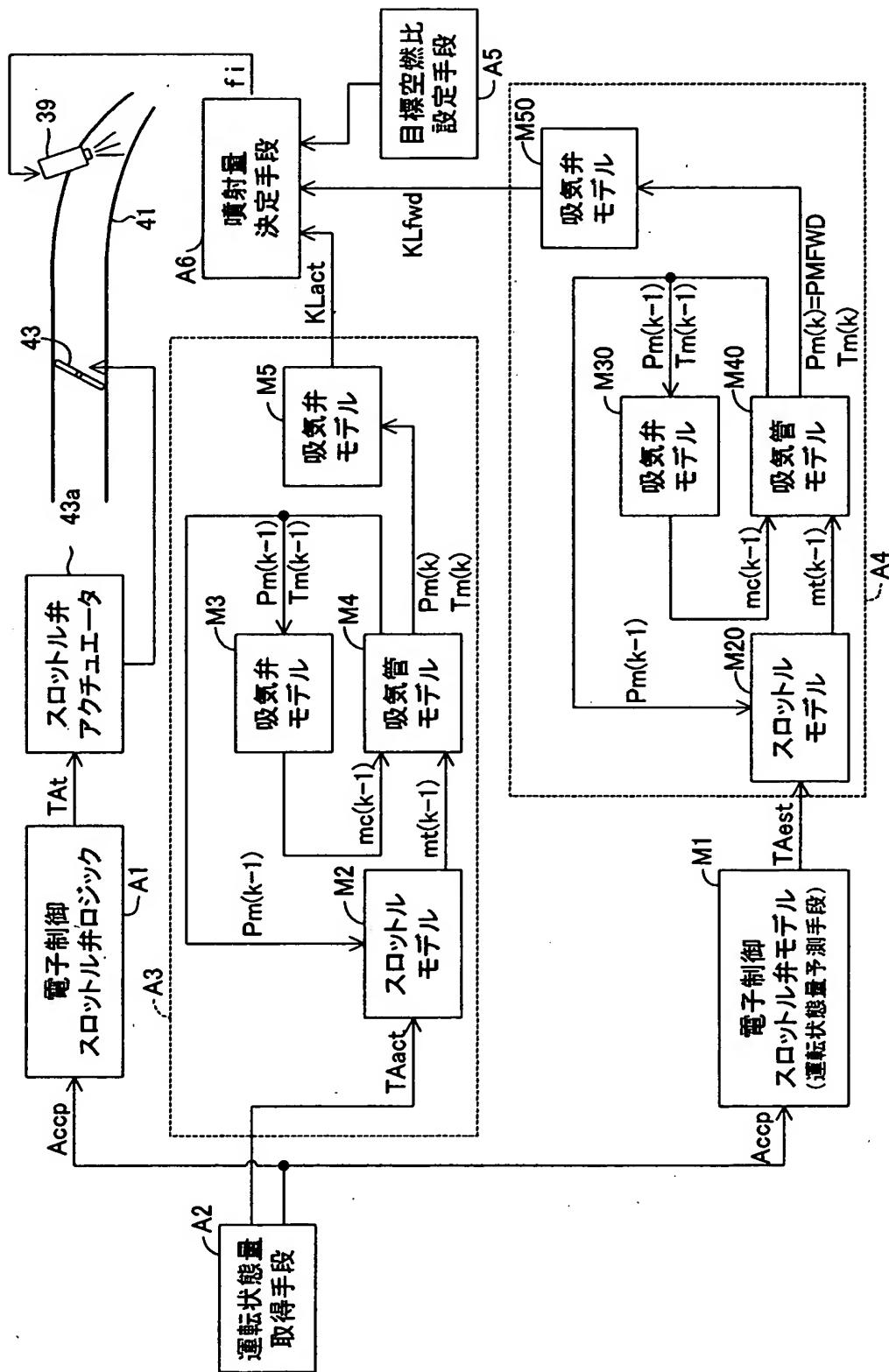
【図3】



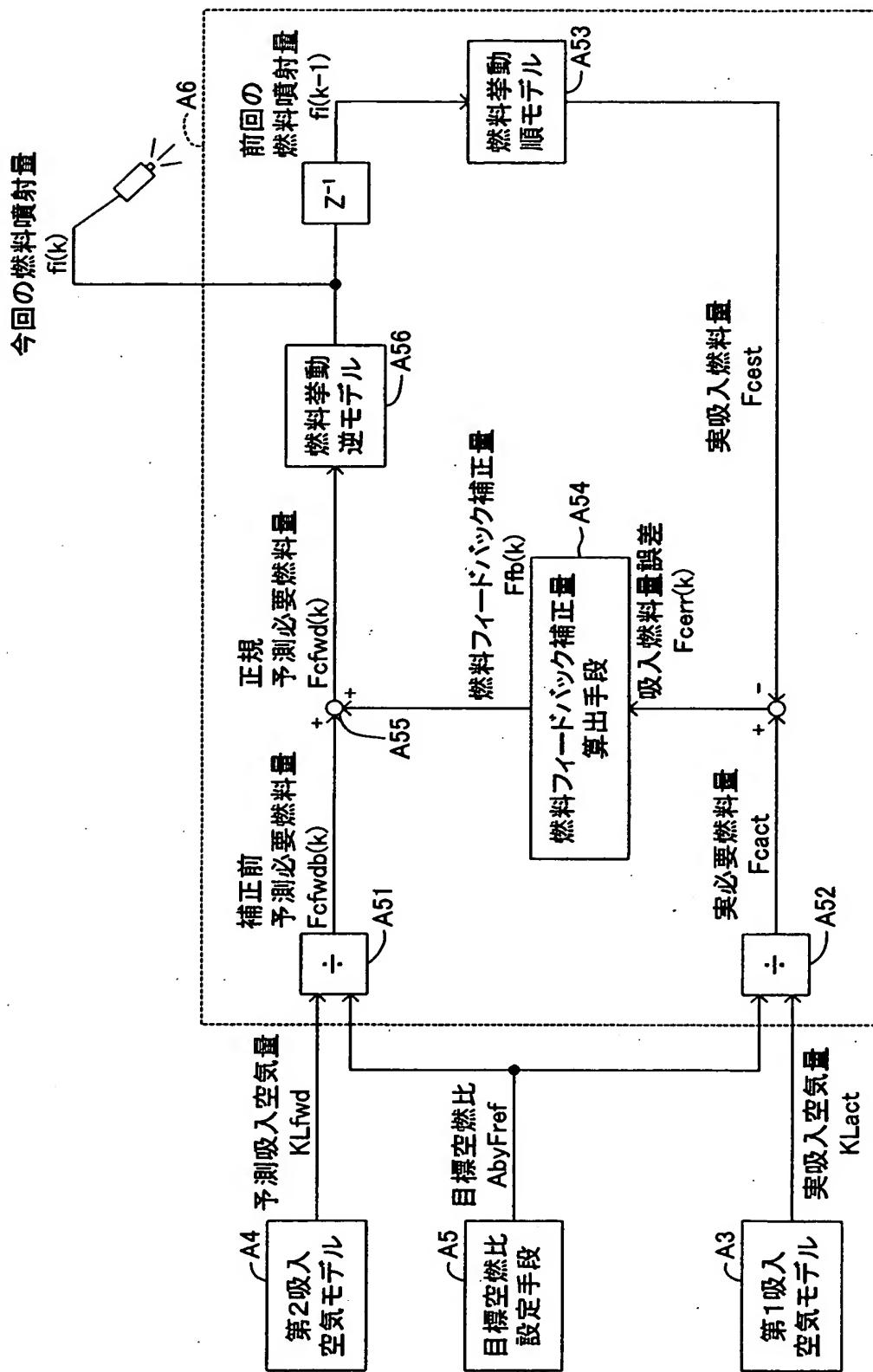
【図4】



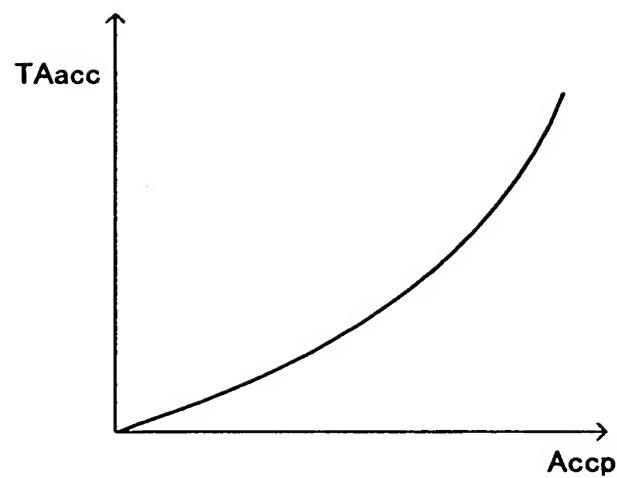
【図5】



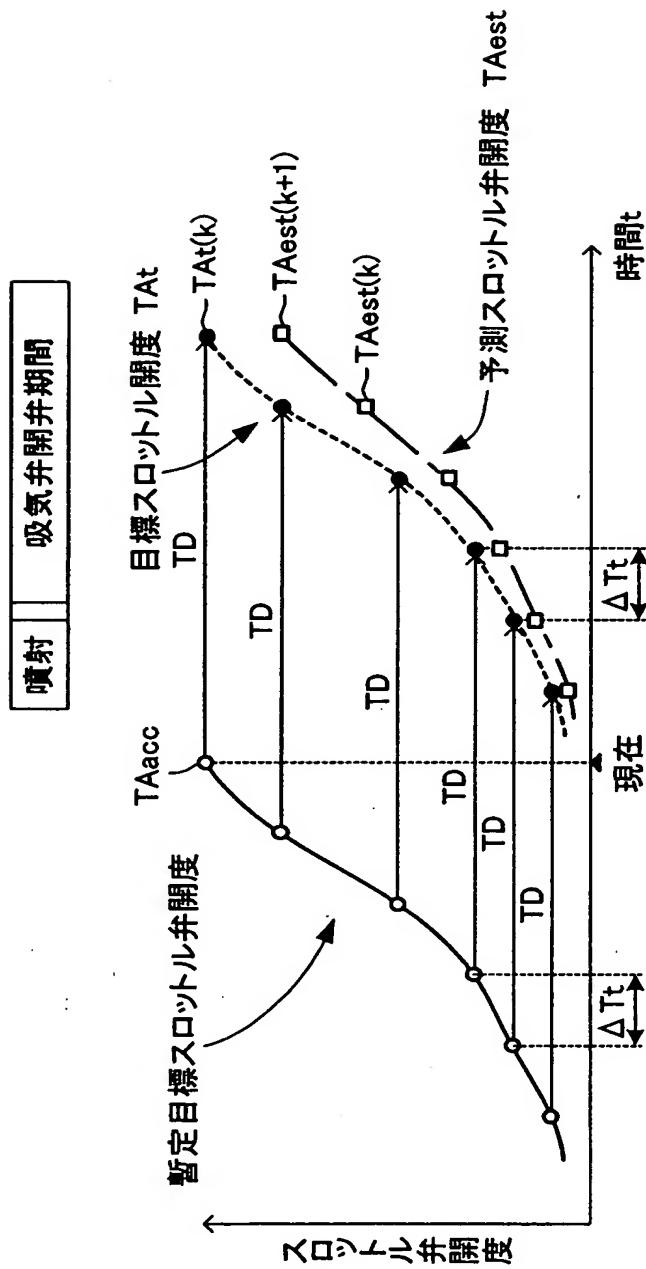
【図6】



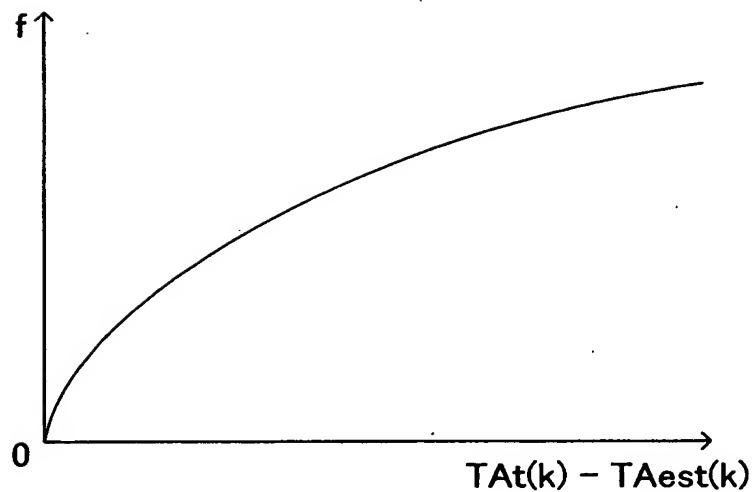
【図7】



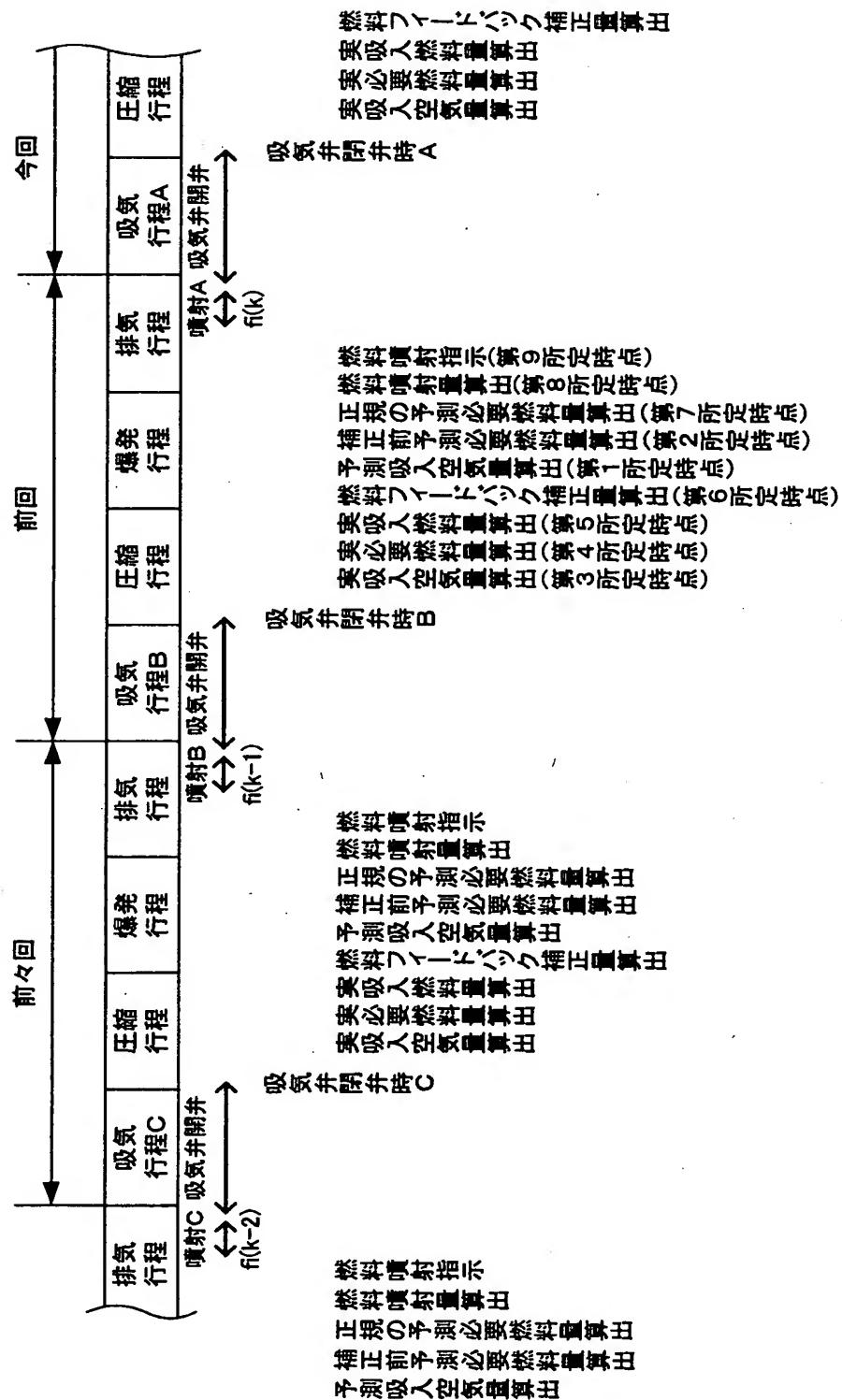
【図8】



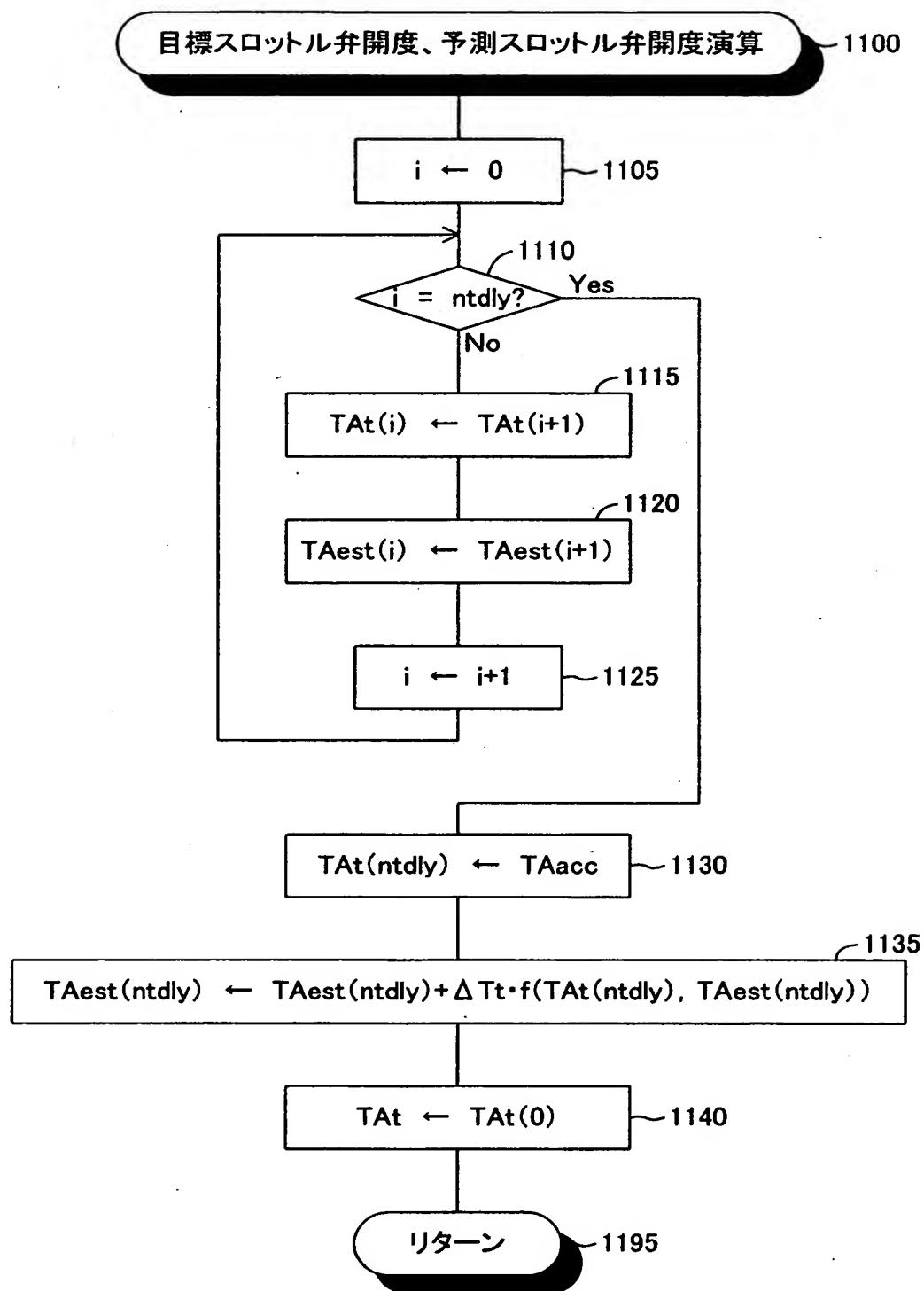
【図9】



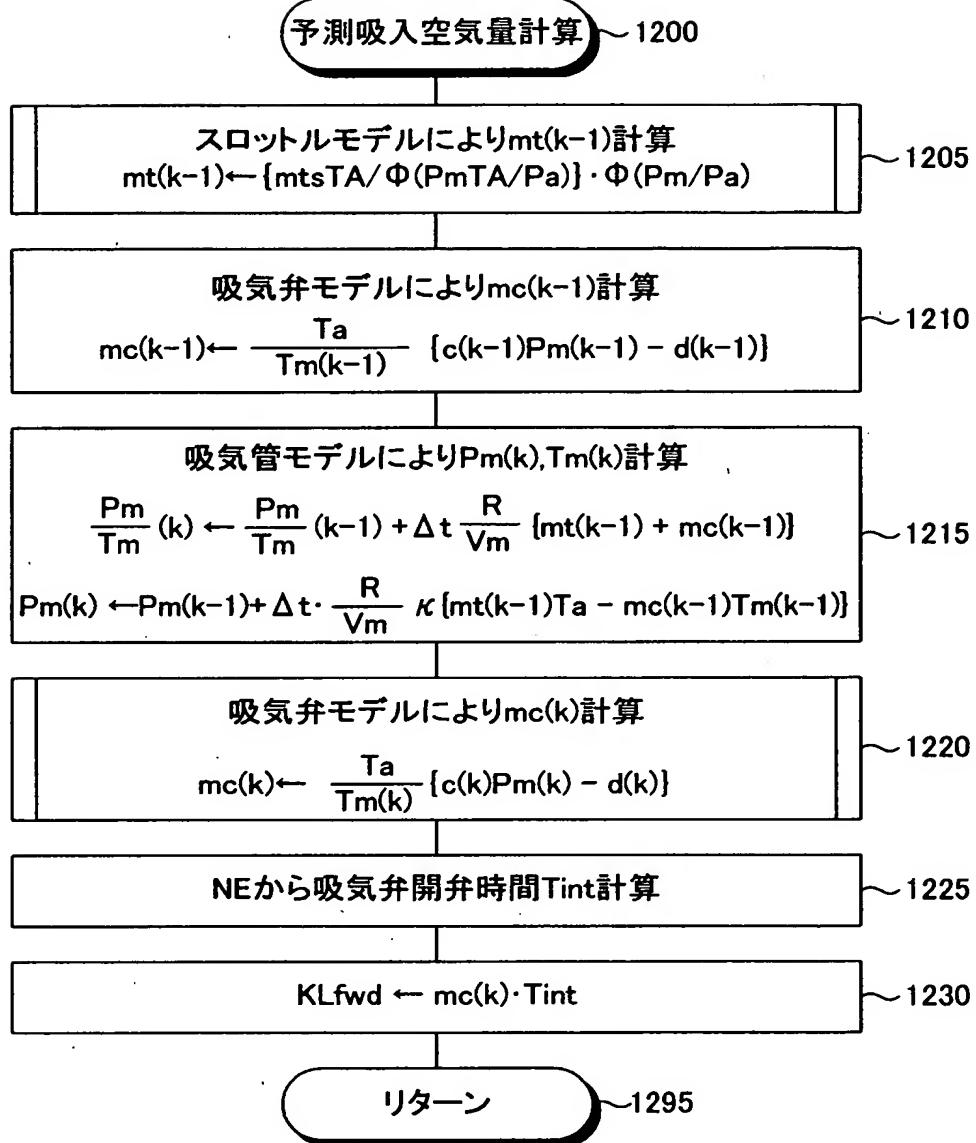
【図10】



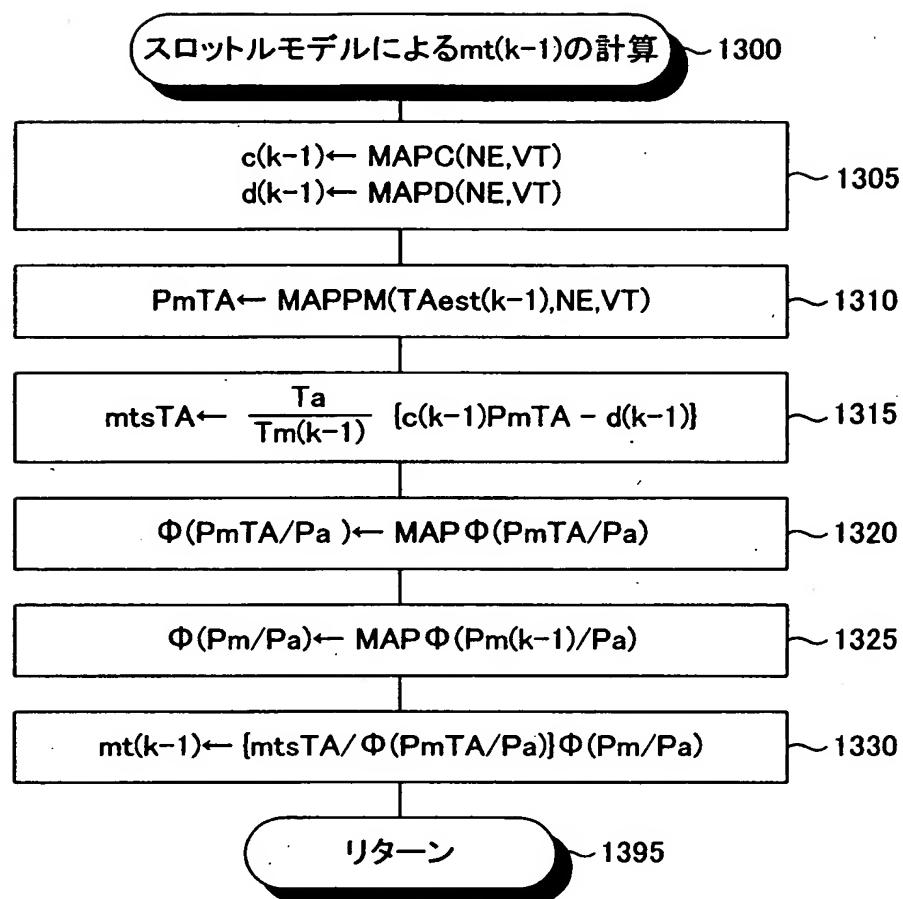
【図11】



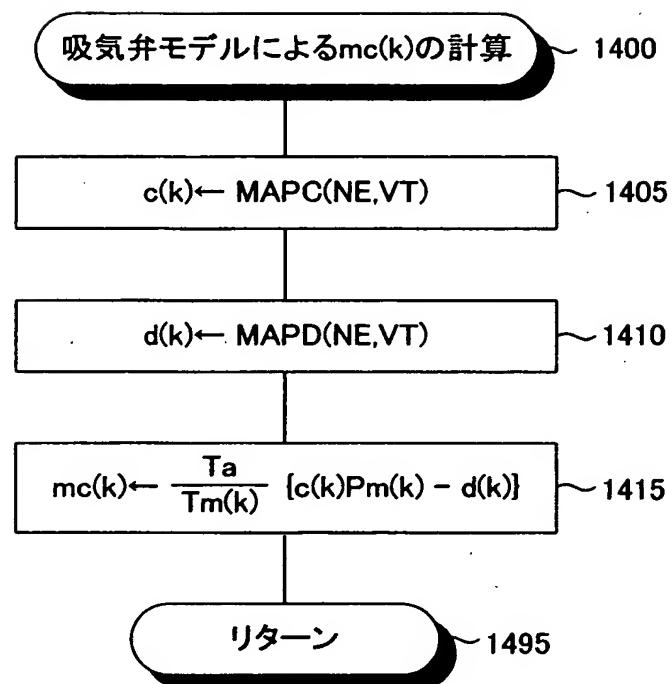
【図12】



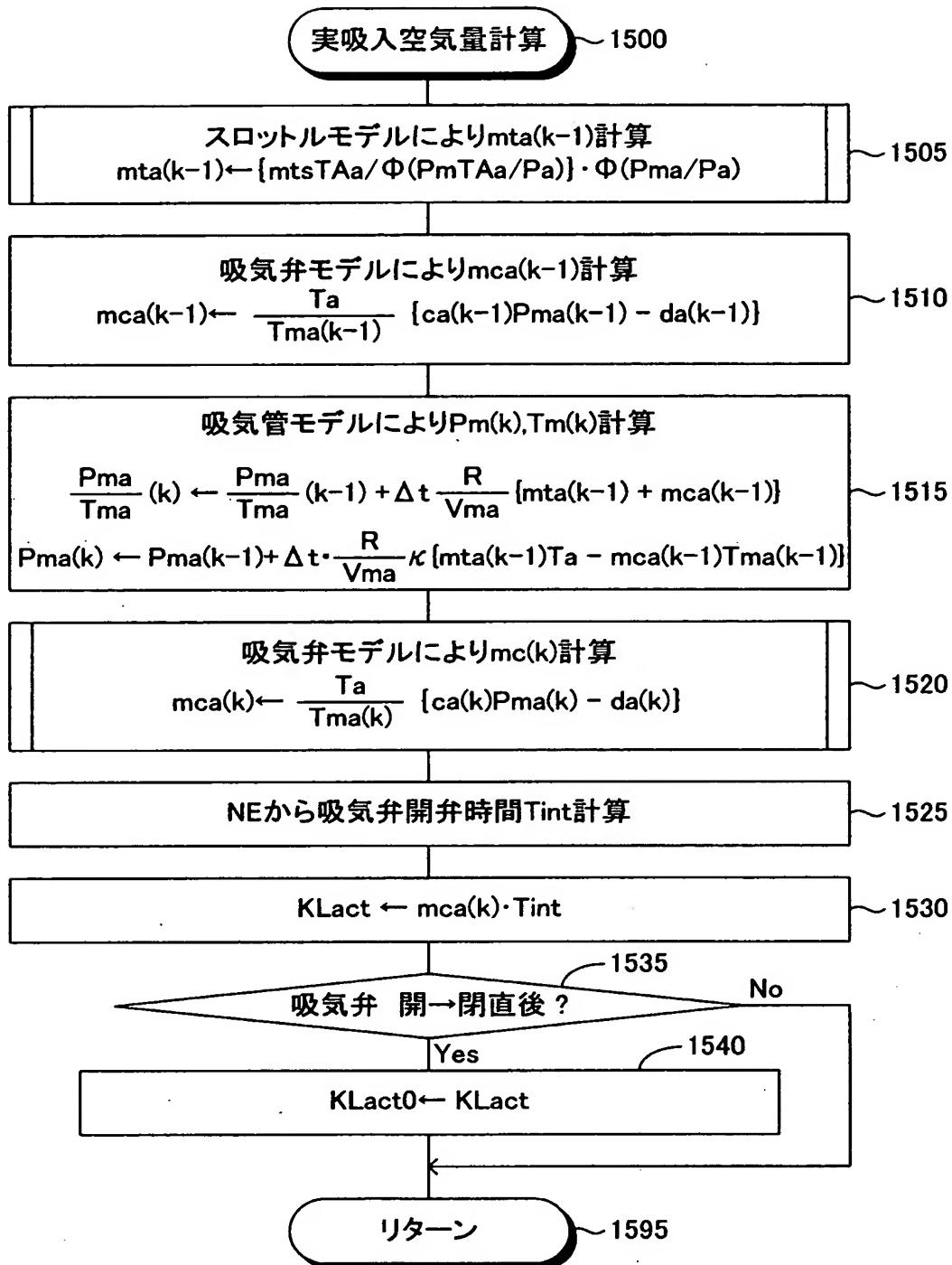
【図13】



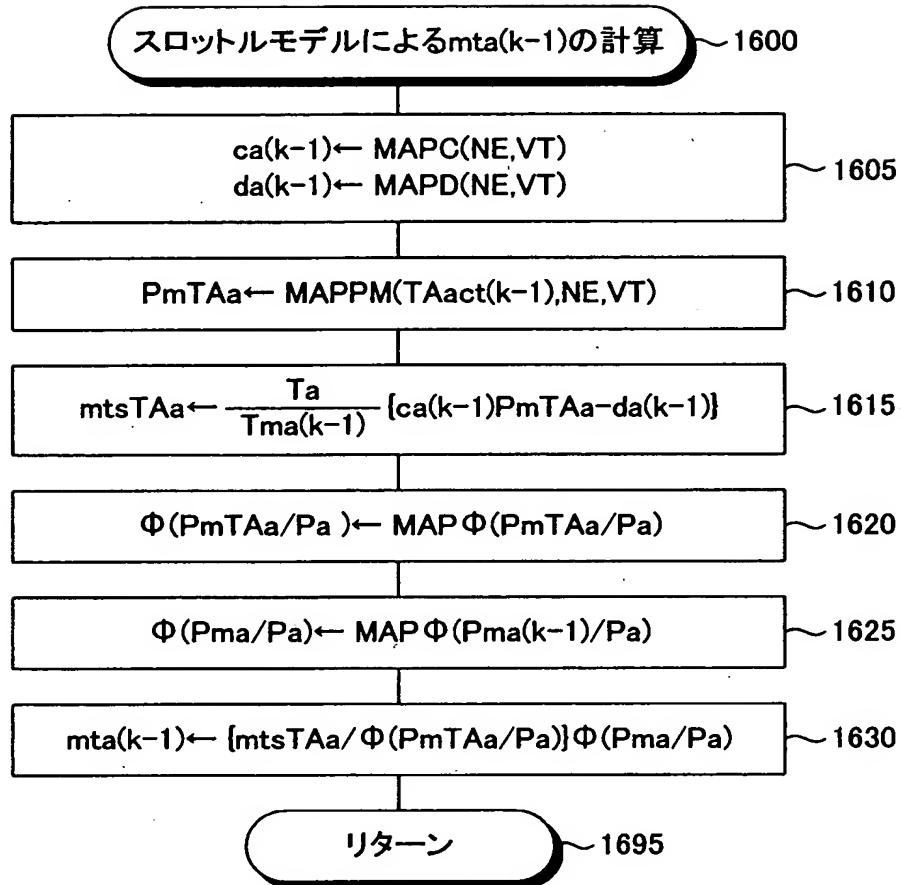
【図14】



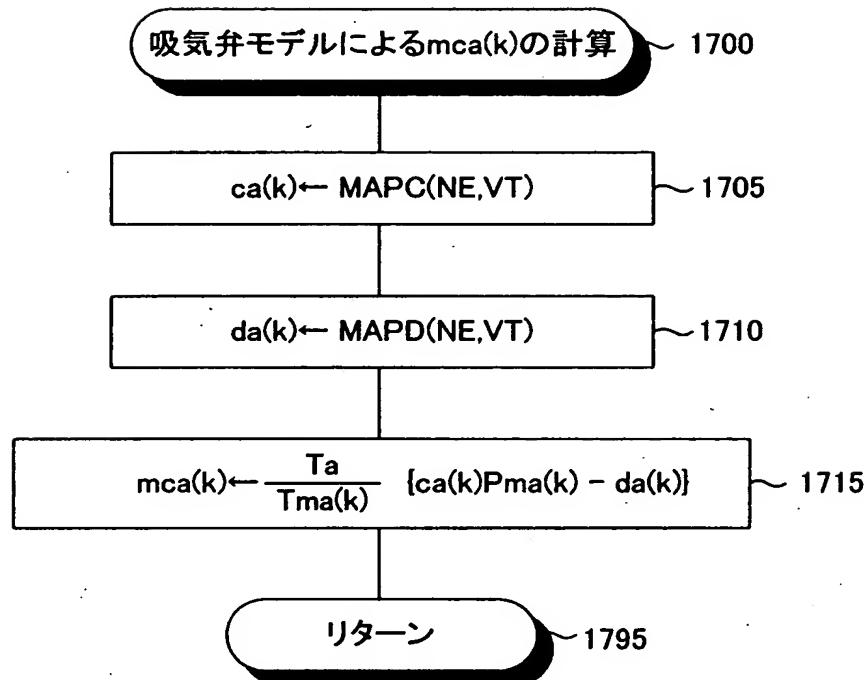
【図15】



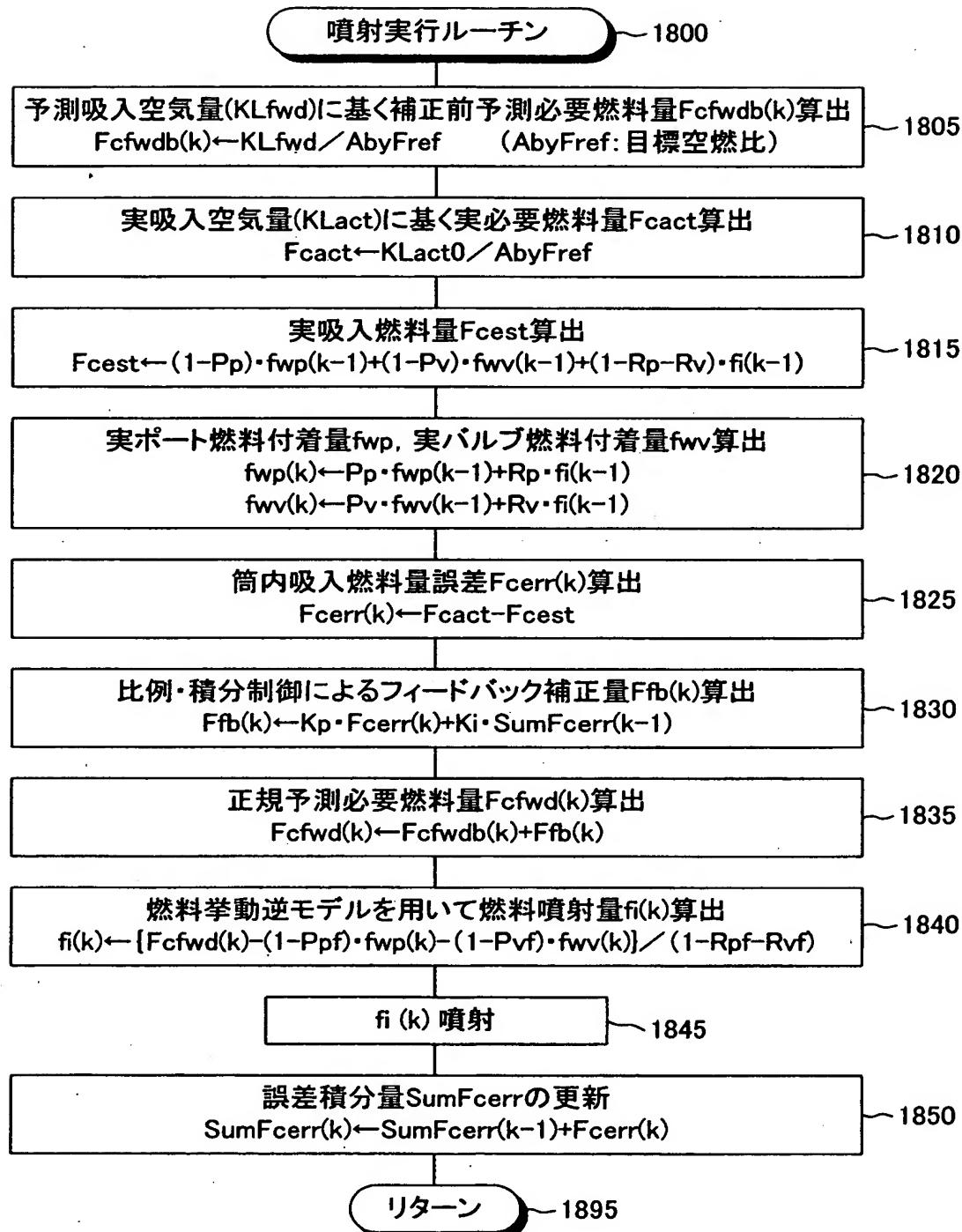
【図16】



【図17】



【図18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 予測吸入空気量の推定誤差に基く供給燃料量の過不足分を迅速且つ正確に補償し、空燃比を一定に維持可能とすること。

【解決手段】 この燃料噴射量制御装置は、予測スロットル弁開度に基いて特定気筒の今回の吸気行程に対する吸入空気量 KL_{fwd} を予測し、これに基いて補正前予測必要燃料量 $Fcfwd(k)$ を求める。一方、本装置は、前回の吸気行程に対する実スロットル弁開度に基いて実際の吸入空気量 KL_{act} を算出し、これに基いて実必要燃料量 $Fcact$ を求めると共に、前回の吸気行程に対する実際の燃料噴射量 $f_i(k-1)$ と燃料挙動順モデルとにより実吸入燃料量 $Fcest$ を求め、実必要燃料量 $Fcact$ と実吸入燃料量 $Fcest$ との差 $Fcerr(k)$ に応じて補正前予測必要燃料量 $Fcfwd(k)$ を補正して正規予測必要燃料量 $Fcfwd(k)$ を求め、正規予測必要燃料量 $Fcfwd(k)$ の燃料が吸入されるよう燃料挙動逆モデルにより今回の燃料噴射量 $f_i(k)$ を求める。

【選択図】 図6

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-344564
受付番号	50201796537
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成14年11月28日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年11月27日
【特許出願人】	
【識別番号】	000003207
【住所又は居所】	愛知県豊田市トヨタ町1番地
【氏名又は名称】	トヨタ自動車株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100088971
【住所又は居所】	愛知県名古屋市中村区太閤3丁目1番18号 名古屋KSビル プロスペック特許事務所
【氏名又は名称】	大庭 咲夫
【選任した代理人】	
【識別番号】	100115185
【住所又は居所】	愛知県名古屋市中村区太閤3丁目1番18号 名古屋KSビル プロスペック特許事務所
【氏名又は名称】	加藤 慎治
【選任した代理人】	
【識別番号】	100115233
【住所又は居所】	愛知県名古屋市中村区太閤3丁目1番18号 名古屋KSビル プロスペック特許事務所
【氏名又は名称】	樋口 俊一

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県豊田市トヨタ町1番地
氏 名 トヨタ自動車株式会社